MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Regione PUGLIA

Autorità Portuale di Taranto

Convenzione Sogesid S.p.A. - Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Progettazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli, funzionale alla realizzazione della cassa di colmata c.d. "Ampliamento del V° Sporgente"

PROGETTO DEFINITIVO STRALCIO FUNZIONALE

(Delibera C.I.P.E. del 18-12-2008 n° 112 e del 6-3-2009 n° 1,2,3)

Titolo elaborato:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Codice elaborato:

16

Redatto da:

SOGESID

Responsabile Servizio Operativo Bonifiche e Rifiuti :
Project Manager :
Dott. Ing. Silvia CARECCHIO

Responsabile Operativo di Commessa:
Dott. Ing. Giuseppe ALFANO

IL DIRETTORE TECNICO :
Dott. Ing. Carlo MESSINA

Scala : -

Data : Aprile 2010

CON IL SUPPORTO DI:

Prof. Ing. Nicola DE VENUTO
Dott. Ing. Roberto RASPAGLIOSI
Prof. Ing. Gianluca INTINI
Dott. Ing. Aldo DENINA

Rev.	Data	Descrizione modifica	redatto	verificato	approvato
1					
2					

INDICE - PARTE PRIMA **PAG 1**

INDICE - PARTE SECONDA **PAG 57**

INDICE - PARTE PRIMA

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL' APPALTO INTEGRATO

Art. 1 Oggetto e descrizione dell'appalto integrato

Art. 2 Ammontare dell'appalto

Art. 3 Modalità di stipulazione del contratto

Art. 4 Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

Art. 5 Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6 Interpretazione del contratto e del Capitolato Speciale d'Appalto

Art. 7 Documenti che fanno parte del contratto

Art. 8 Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

Art. 9 Fallimento dell'appaltatore

Art. 10 Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

Art. 11 Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

Art. 12 Convenzioni europee in materia di valuta e termini

CAPO 3 - TERMINI PER LA PROGETTAZIONE E L' ESECUZIONE

Art. 13 Termini per l'esecuzione delle attività di progettazione e di esecuzione lavori

Art 14 Inizio delle attività progettuali

Art. 15 Consegna e inizio dei lavori

Art. 16 Termine per l'ultimazione dei lavori

Art. 17 Proroghe

Art. 18 Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori

Art. 19 Sospensioni ordinate dal R.U.P.

Art. 20 Penali in caso di ritardo

Art. 21 Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

Art. 22 Inderogabilità del termine di esecuzione

Art. 23 Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini.

CAPO 4 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

Art. 24 Lavori a misura

Art. 25 Lavoro a corpo

Art. 26 Lavori in economia

Art. 27 Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

CAPO 5 - DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 28 Anticipazione

Art. 29 Pagamento del corrispettivo per il progetto esecutivo

Art. 30 Pagamenti in acconto

Art. 31 Pagamenti a saldo

Art. 32 Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

Art. 33 Ritardi nel pagamento della rata di saldo

Art. 34 Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

Art. 35 Anticipazione del pagamento di taluni materiali

Art. 36 Cessione del contratto e cessione dei crediti

CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE

Art. 37 Cauzione provvisoria

Art. 38 Cauzione definitiva

Art. 39 Riduzione delle garanzie

Art. 40 Obblighi assicurativi a carico dell'impresa

Art. 41 Assicurazione della progettazione esecutiva

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER LA PROGETTAZIONE E L' ESECUZIONE

Art. 42 Variazione dei lavori

Art. 43 Varianti per errori od omissioni progettuali

Art. 44 Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 45 Norme di sicurezza generali

Art. 46 Sicurezza sul luogo di lavoro

Art. 47 Piano di sicurezza e di coordinamento

Art. 48 Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento

Art. 49 Piano operativo di sicurezza

Art. 50 Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 51 Subappalto

Art. 52 Responsabilità in materia di subappalto

Art. 53 Pagamento dei subappaltatori

CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 54 Accordo bonario e transazione

Art. 55 Definizione delle controversie

Art. 56 Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

Art. 57 Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L' ULTIMAZIONE

Art. 58 Ultimazione dei lavori

Art. 59 Termini per il collaudo

Art. 60 Presa in consegna dei lavori ultimati

CAPO 12 - NORME FINALI

Art. 61 Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

Art. 62 Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

Art. 63 Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

Art. 64 Custodia del cantiere

Art. 65 Cartello di cantiere

Art. 66 Danni da forza maggiore

Art. 67 Spese contrattuali, imposte, tasse

ABBREVIAZIONI

-Codice dei contratti (decreto legislativo n. 163 del 12 aprile 2006 e s.m.i., codice dei contratti pubblici relativi a lavori,

servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE);

-Legge n. 2248 del 1865 (legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F);

-Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto

2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);

-Regolamento generale (decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554 - Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici);

-D.P.R. n. 34 del 2000 (decreto del Presidente della Repubblica 25 gennaio 2000, n. 34 - Regolamento per l'istituzione di un sistema di qualificazione unico dei soggetti esecutori di lavori pubblici);

-Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);

-R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 10 del Codice dei contratti e agli articoli 7 e 8 del D.P.R. n. 554 del 1999);

-DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestate la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266.

PARTE PRIMA - CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO INTEGRATO

Art. 1 Oggetto e descrizione dell'appalto integrato

L'oggetto dell'appalto integrato consiste nella progettazione esecutiva e nell'esecuzione di tutti i lavori e servizi necessari per la realizzazione dell'intervento denominato:"Primo stralcio dell'intervento di messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli, funzionale alla realizzazione della cassa di colmata c.d. "ampliamento del V Sporgente" e più in particolare:

- marginamento dell'area, lungo lo sviluppo dei lati Sud Est, Sud Ovest e Nord Ovest, allo scopo di intercettare le acque di falda che defluiscono a mare, mediante l'esecuzione di un diaframma impermeabile che inferiormente si intesta nella formazione delle Argille subappennine le lunghezze dei diaframmi di marginamento da 0,80 m di spessore sono le seguenti: 440 m lato canale ILVA (Sud Est), 790 m lato mare (Sud Ovest), dei quali 400 costituiti da diaframma di spessore 1 metro in corrispondenza della futura cassa di colmata (prevista dal PRP di Taranto); 100 metri lato Nord-Ovest;
- Recupero degli idrocarburi surnatanti in fase libera flottanti sulla falda nelle 2 aree depresse del ex canale Italsider mediante l'equipaggiamento di tre pozzi esistenti con 2 skimmer attivi pneumatici ed 1 passivo;
- realizzazione di un impianto di trattamento delle acque di falda (TAF) provenienti dalla trincea drenante lato laminati ILVA, su due linee di potenzialità pari a 50 m^3/h ciascuna, con recapito a mare;
- realizzazione di una trincea drenante a quota 0,00 mslm lungo il lato Nord-Ovest dell'area lato laminati ILVA e del relativo impianto di sollevamento verso il TAF al fine di impedire lo scarico a mare della falda;
- realizzazione dell'area di stoccaggio rifiuti speciali 5000 mq superficie utile, inclusi il box di controllo, l'area lavaggio ed il sistema di pesa;
- realizzazione dell'impianto elettrico di alimentazione esterna e di distribuzione interna all'area in progetto al fine di garantire l'alimentazione dei 3 pozzi per la rimozione surnatanti, dell'impianto di trattamento delle acque di falda, degli impianti di sollevamento acque di falda e dell'illuminazione delle strade e piazzali;
- realizzazione di un edificio prefabbricato a servizio dell'impianto di trattamento e di stoccaggio per utilizzo da parte del personale preposto alla sorveglianza ed alla manutenzione dell'impianto, dotato di locale controllo,servizi igienici e spogliatoi, acqua potabile ed alimentazione elettrica, deposito materiali e locale deposito campioni;
- realizzazione di una viabilità interna di servizio agli impianti in modo da garantire un unico senso di manovra (ingresso lato SS Ionica e uscita lato canale scarico ILVA) con relativo controllo degli automezzi in uscita (vasca di lavaggio pneumatici e box di controllo);
- realizzazione di un sistema di monitoraggio costituito da 19 piezometri dei quali 7 esistenti per la verifica in continuo la qualità ed i livelli della falda esistente.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto a base di gara con i relativi allegati, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza, nonché dal progetto esecutivo da redigere a cura dell'appaltatore, sulla base del progetto messo a disposizione dalla Stazione appaltante e posto a base di gara; il progetto esecutivo dovrà comunque essere approvato dalla Stazione

appaltante. Oltre a quanto sopra esposto, si intende compreso nell'oggetto dell'appalto ogni altra fornitura, lavoro, servizio, anche se non esplicitamente previsto dal presente Capitolato, necessario a dare le opere ed i servizi di cui sopra realizzate a regola d'arte, complete e conformi alle vigenti normative.

La progettazione dovrà essere sviluppata e resa conforme a quanto richiesto dal D.Lgs 163/2006 e s.m.i..

Le indicazioni utili per l'elaborazione del progetto esecutivo, sono riportati negli elaborati del progetto definitivo" Primo stralcio dell'intervento di messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli, funzionale alla realizzazione della cassa di colmata c.d. "ampliamento del V Sporgente"

La suddetta progettazione è stata predisposta dalla SOGESID S.p.A. in stretta collaborazione con il Commissariato di Governo per l'emergenza nel settore delle Bonifiche nella Regione Puglia, ai sensi del Protocollo di intesa finalizzato alla riqualificazione ambientale delle aree ricadenti nel SIN di Taranto ed al contestuale sviluppo infrastrutturale prioritario sottoscritto in data 05 novembre 2009.

Tale protocollo sottoscritto dal Ministero dell'Ambiente, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero dello Sviluppo Economico, Regione Puglia, Provincia di Taranto, Comune di Taranto, Autorità Portuale e Sogesid stabilisce prioritariamente:

- la messa in sicurezza e bonifica della falda acquifera e dei suoli demaniali;

- il dragaggio ai fini della bonifica;

- l'infrastrutturazione portuale.

L'iter progettuale ha tenuto conto, per quanto possibile, delle varie indicazioni e prescrizioni ricevute dai vari Enti interessati, nonché degli studi, indagini, rilievi, caratterizzazioni, progettazioni e documentazione tecnica fornita dagli Enti che hanno a qualsiasi titolo operato sull'area oggetto dell'intervento.

Il progetto esecutivo da redigersi a cura dell'aggiudicatario dovrà contenere, nelle più chiare modalità di esposizione, tutti gli elementi per individuare e definire le lavorazioni e prestazioni in appalto.

Esso conterrà le relazioni, gli elaborati grafici fotografici, le tabelle, i documenti e quanto altro previsto dalle vigenti disposizioni in materia di progettazione di Lavori pubblici, al fine di pervenire all'esecuzione dei lavori di qualità, con costi e tempi certi, miglior utilizzo delle risorse economiche, mitigazione degli impatti ambientali.

Esso, oltre a comprendere tutte le relazioni tecniche e specialistiche rese a livello esecutivo richieste (ad es. geologica; geotecnica; idraulico; di indagine sismica; paesaggistica; ambientale, piano di monitoraggio; calcoli relativi ad eventuali strutture ed impianti previsti a seguito di scelte progettuali), dovrà essere redatto tenendo conto anche della possibilità che lo stesso potrà essere approvato in conferenza dei servizi ed in procedura VIA.

Il progetto dovrà essere altresì corredato da adeguati elaborati quali: descrizione dii test e prove pilota eseguiti e restituzione dei risultati, piano cave, piano discariche, lay – out di cantiere, etc., attestanti la individuazione e la disponibilità di cave idonee a fornire il materiale occorrente per l'esecuzione dei lavori e per tutta la durata dell'appalto, di impianti e/o discariche autorizzate per il conferimento di ogni tipologia di materiale.

L'aggiudicatario sarà tenuto ad adeguare a propria cura e spese il progetto alle condizioni eventualmente imposte dagli Enti competenti a rilasciare le autorizzazioni, approvazioni, pareri e nulla osta definitivi. Per la realizzazione delle eventuali modifiche - che dovranno essere comunque approvate dalla Stazione appaltante - non sarà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo rispetto all'importo offerto.

La Stazione appaltante chiederà autorizzazioni e pareri di rito sul progetto esecutivo dell'aggiudicatario. In particolare, se la Stazione appaltante decide di procedere alla Conferenza di servizi o alla V.I.A., l'Appaltatore fornirà la copia ed i documenti richiesti ed effettuerà le attività eventualmente prescritte in tali sedi a propria cura e spese, senza oneri aggiuntivi.

Art. 2 - Ammontare dell'appalto

1. L'importo dell'appalto posto a base dell'affidamento è definito come segue:

a) Lavori a corpo	euro 7.740.581,52
b) Oneri di sicurezza	euro 270.920,35
a + b) **Importo dell'appalto di esecuzione**	euro 8.011.501,87
c) Corrispettivo per progettazione esecutiva	euro 250.000,00

IMPORTO TOTALE DELL'APPALTO euro 8.261.501,87

2. L'importo contrattuale è costituito dalla somma dei seguenti importi:

a) importo per l'esecuzione dei lavori di cui al comma 1, lettera a), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara;

b) importo degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza di cui al comma 1, lettera b), alle condizioni di cui al successivo comma 3;

c) importo corrispettivo per la progettazione esecutiva di cui al comma 1, lettera c), alle condizioni di cui al successivo comma 4.

3. L'importo di cui al comma 1, lettera b), relativo agli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere, non è soggetto ad alcun ribasso di gara, ai sensi dell'articolo 131, comma 3, primo periodo, del Codice dei contratti, e del punto 4.1.4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008.

4. L'importo di cui al comma 1, lettera c), a titolo di corrispettivo per la progettazione esecutiva, è soggetto al ribasso di gara, offerto dall'aggiudicatario, in applicazione dell'articolo 2 del decreto-legge 4 luglio 2006, n. 223, convertito dalla legge 4 agosto 2006, n. 248.

Art. 3 - Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato **"a corpo"** ai sensi dell'articolo 53, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, e degli articoli 45, comma 6, del regolamento generale.

2. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verificazione sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.

3. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si estende e si applica ai prezzi unitari in elenco del progetto esecutivo, utilizzabili esclusivamente ai fini di cui al comma 4.

4. I prezzi unitari di cui al comma 3, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti, e che siano estranee ai lavori già previsti nonché ai lavori in economia.

5. I rapporti ed i vincoli negoziali di cui al presente articolo si riferiscono ai lavori posti a base d'asta indicati a tale scopo dalla Stazione appaltante negli atti progettuali.

Art. 4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

1. Ai sensi dell'articolo 3 del D.P.R. n. 34 del 2000 e in conformità all'allegato «A» al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente «OS21».

2. Oltre alla categoria prevalente sono previste le seguenti categorie scorporabili e/o subappaltabili:

OS 22

OG 12

3. Ai fini della progettazione esecutiva, le imprese (art.3 c.1 DPR 34/2000) devono possedere certificato SOA attestante adeguata qualificazione per prestazione di costruzione e progettazione nelle categorie OS 21 classifica V, OS22 classifica IV e OG12 classifica IV. In caso di certificazione per prestazione di sola costruzione, l'impresa è obbligata, ai sensi dell'art. 53 comma 3, D.Lgs. 163/2006 e s.m.i., ad avvalersi di progettisti qualificati da indicare nell'offerta, in possesso dei requisiti di ordine generale e speciale specificati nel bando e nel disciplinare di gara, secondo le seguenti Classi e Categorie:

- IX c

- III a

- VI a

I progettisti dovranno essere individuati già in sede di offerta e dovranno presentare una dichiarazione di una compagnia di assicurazioni autorizzata, ai sensi dell'art. 105 del DPR 554/99, contenente l'impegno a rilasciare la polizza di responsabilità civile professionale di cui all'art .111 del D.Lgs 163/2006 e s.m.i. In particolare il numero minimo del personale tecnico da utilizzare per l'espletamento delle attività di progettazione esecutiva di cui al presente appalto è stimato in 6 unità.

Art. 5 - Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 132, comma 3, del Codice dei contratti, all'articolo 45, commi 6, 7 e 8, e all'articolo 159 del regolamento generale, all'articolo 10, comma 6, del capitolato generale d'appalto e all'articolo 42 del presente capitolato, sono indicati nella seguente tabella:

Categorie di lavorazioni				
N.	***Descrizione***		***Importo***	***Aliquota***
1	Diaframmi plastici e trincea acque di falda	*OS 21*	€ 4.440.695,32	57,369%
2	Area di stoccaggio	*OG 12*	€ 632.084,06	8,166%
3	Pavimentazione	*OG 12*	€ 956.045,72	12,351%
4	Impianto TAF ed attivazione pozzi	*OS 22*	€ 1.228.277,61	15,868%
5	Impianti elettrici ed illuminazioni	*OS 22*	€ 361.478,81	4,670%
6	Campagna di indagini - monitoraggio	*OS 21*	€ 122.000,00	1,576%
			€ 7.740.581,52	100,000%

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6 - Interpretazione del contratto e del Capitolato Speciale d'Appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali

il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

2. In caso di norme del Capitolato Speciale d'Appalto tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari oppure all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente capitolato, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

4. Per tutto ciò che non sia in contrasto con le condizioni espresse nel presente Capitolato, l'appalto deve ritenersi sottoposto all'integrale e rigorosa applicazione di tutte le leggi, decreti, regolamenti e circolari aventi per oggetto l'appalto, la progettazione e l'esecuzione di opere pubbliche dello Stato che sono nelle attribuzioni del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Art. 7 - Documenti che fanno parte del contratto

1.Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, per quanto non in contrasto con il presente Capitolato prestazionale o non previsto da quest'ultimo;

b) il presente Capitolato Speciale d'Appalto, comprese le tabelle in esso contenute, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;

c) l'elenco dei prezzi unitari;

d) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106, nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100, comma 5, del Decreto n. 81 del 2008, qualora accolte dal coordinatore per la sicurezza;

e) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, all'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 3.2 dell'allegato XV allo stesso decreto, aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106;

f) il cronoprogramma di cui all'articolo 42 del regolamento generale;

g) il progetto definitivo posto a base di gara.

2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in

particolare:

a) la legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F, per quanto applicabile;

b) il Codice dei contratti, approvato con decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 e succ. mod. e integr.;

c) il regolamento generale approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554, per quanto applicabile;

d) il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, con i relativi allegati;

e) il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" e ss.mm.ii.;

f) il D.lgs. 152/2006 recante " Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;

g) il D.P.R. n 34 del 25 gennaio 2000 regolamento recante il sistema di qualificazione per gli esecutori dei lavori pubblici;

h) Norme per la sicurezza e l'igiene del lavoro sotterraneo emanate ed emendate, in particolare alle norme di cui al DPR n. 128 del 09.04.1959; di tutte le norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro di cui al DPR 547/1955;

i) D.P.C.M. 1.3.91 "Limiti massimi di esposizione al rumore…" e s.m.i. ; D.Lgs. n.277/1991;

j) Legge 5/11/1971, n. 1086 e s. m. i., decreto Ministero Lavori Pubblici 14/2/1992 e Decreto ministeriale 9/1/1996 recante norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

k) Decreto ministeriale LL.PP.16/1/1996 recante norme tecniche relative ai " criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

l) Decreto Ministeriale 14/01/2008 " Nuove norme tecniche per le costruzioni".

3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

a) le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente Capitolato Speciale d'Appalto; esse hanno efficacia limitatamente ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori all'articolo 132 del Codice dei contratti;

b) le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali, e da qualsiasi altro loro allegato.

4. Per espresso patto contrattuale si stabilisce inoltre che, nell'esecuzione dei lavori, da parte dell'Aggiudicatario/Appaltatore e sotto la sua totale ed esclusiva responsabilità dovranno essere integralmente e rigorosamente applicate tutte le leggi, decreti, regolamenti e circolari, vigenti o poste in vigore durante il corso dei lavori, emanati dallo Stato e, per i rispettivi ambiti territoriali, dalla Regione, dalla Provincia, dal Comune e dalle altre Autorità competenti, in materia di tutela ambientale (Ministero dell'Ambiente, Istituto Superiore di Sanità, etc.).

Art. 8 - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La presentazione dell'offerta equivale a dichiarazione dell'offerente di aver esaminato le prescrizioni, le condizioni e i requisiti tecnici indicati nel presente capitolato, di approvarli senza riserve e di considerarli perfettamente eseguibili.

In particolare l'Aggiudicatario ha presente le seguenti condizioni che risultano a suo completo carico, indicate a solo titolo esemplificativo, ma non esaustivo:

- la conoscenza perfetta, non solo di tutte le norme generali e particolari che regolano il presente appalto, ma altresì di tutte le opere da eseguire, degli impianti che le riguardano, nonché di tutte le condizioni locali che si riferiscono ad esse, quali la natura del suolo e del sottosuolo, la presenza o meno di acqua (sia che occorra per l'esecuzione dei lavori e delle prove, sia che essa debba essere allontanata), la climatologia, le condizioni di viabilità, di accesso, la possibilità di utilizzare materiali locali in rapporto ai requisiti richiesti, la distanza di siti per lo stoccaggio provvisorio e da cave di adatto materiale, l'esistenza di adatte impianti e/o discariche per lo smaltimento dei materiali di risulta ed in generale di tutte le circostanze generali e speciali che possono aver influito sul giudizio dell'Impresa circa la convenienza di assumere l'opera alle condizioni di offerta;

- la conoscenza che i lavori dovranno essere realizzati in un'area ricadente all'interno di un sito di bonifica di interesse nazionale;

- la conoscenza perfetta di tutte le circostanze ed elementi che influiscono o possono influire, tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti e che in generale hanno concorso a determinare il giudizio del Concorrente circa la convenienza ad assumere l'appalto;

- la garanzia, nei confronti dell'Amministrazione Appaltante, del perfetto funzionamento di eventuali impianti e/o trattamenti l'Aggiudicatario dovesse installare e/o effettuare;

- la conoscenza di tutte le autorizzazioni, permessi, nulla osta, etc. necessari per l'esecuzione dei lavori.

L'offerente che risulterà aggiudicatario risponde nei confronti della Stazione Appaltante della perfetta esecuzione dei lavori e della piena rispondenza delle opere alle rispettive finalità specificate nelle prescrizioni di cui sopra; con l'impegno tassativo di provvedere a proprie spese e senza diritto di rivalsa, a tutto quanto possa comunque occorrere per garantire alla stessa il regolare raggiungimento dei fini proposti.

Pertanto l'Aggiudicatario durante l'esecuzione dei lavori non potrà eccepire la mancata conoscenza delle condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, tranne che nei casi previsti dall'art. 1664, II comma del Codice Civile (e non escluse da altre norme del presente Capitolato) o che si riferiscano a condizioni soggette a revisioni.

L'Appaltatore sarà, inoltre, considerato produttore di qualsiasi rifiuto derivante dalla realizzazione delle opere commesse e, in quanto tale, sarà tenuto ad ottemperare ad ogni obbligo di legge in tema di smaltimento degli stessi, sollevando sin d'ora la Stazione Appaltante da ogni onere, obbligo o responsabilità.

2. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente

appalto, e del progetto posto a base di gara per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

3. Ai sensi dell'articolo 71, comma 3, del regolamento generale, l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto con il R.U.P., consentono l'immediata redazione del progetto esecutivo e la successiva immediata esecuzione dei lavori.

Art. 9 - Fallimento dell'appaltatore

1. In caso di fallimento dell'Appaltatore la Stazione appaltante si avvale, senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'art.140 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.

2. Qualora l'esecutore sia un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 18 e 19 dell'articolo 37 del Codice dei contratti.

Art. 10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.

L'aggiudicatario sarà tenuto a far risiedere permanentemente sul luogo di lavoro un proprio rappresentante munito di ampio mandato, al quale verranno comunicati a tutti gli effetti, anche legali gli ordini verbali o scritti. Il nominativo ed il domicilio di tale rappresentante dovranno essere comunicati per iscritto alla D.L. ed all'Amministrazione prima dell'inizio dei lavori in cantiere.

In caso contrario l'Aggiudicatario sarà soggetto ad una penale pari allo 0.3‰ (zero virgola tre per mille) del prezzo netto contrattuale per ogni giorno di ritardo.

2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo tre del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere , ricevere e quietanzare le somme ricevute in acconto e a saldo.

3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la Stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della Stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

6. L'Aggiudicatario sarà tenuto ad affidare la Direzione Tecnica dei lavori ad ingegnere abilitato regolarmente iscritto all'Ordine degli Ingegneri, con specifiche conoscenze ed esperienze nel campo dei lavori da realizzare, il quale assumerà ogni responsabilità, anche penale, relativa a tale carica e con specifiche conoscenze ed esperienze nel campo dei lavori da realizzare, il nominativo, il domicilio ed il curriculum di tale tecnico dovranno essere comunicati per iscritto alla D.L. ed all'Amministrazione prima dell'inizio dei lavori in cantiere.

L'aggiudicatario sarà tenuto a designare all'interno del proprio organico un tecnico (chimico, biologo, etc.) esperto in campionamento ed analisi di matrici ambientali, un tecnico esperto in gestione di cantieri di bonifica, nonché in trattamento e decontaminazione di matrici ambientali ed a perfetta conoscenza di tutte le norme ambientali da rispettare per la gestione di tutto il ciclo del progetto e di un responsabile qualificato per il controllo dell'efficacia e delle modalità operative dei mezzi, ai fini della tutela ambientale.

I predetti tecnici dovranno dimostrare di essere iscritti all'Albo professionale di categoria ove previsto e, nel caso che non fossero stabilmente alle dipendenze dell'Aggiudicatario dovranno rilasciare una valida dichiarazione scritta per accettazione dell'incarico.

Art. 11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

3.L'impresa provvederà a sua cura e a sue spese a tutte le occupazioni temporanee o definitive che si rendessero necessarie per strade di servizio, per accesso al cantiere, per l'impianto del cantiere stesso, per la discarica dei materiali giudicati inutilizzabili dalla Direzione Lavori, per cave di prestito e per tutto quanto è necessario alla esecuzione dei lavori.

Art. 12 - Convenzioni europee in materia di valuta e termini

1. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante per ogni valore in cifra assoluta indicano la denominazione in euro.

2. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante per ogni valore contenuto in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, devono intendersi I.V.A. esclusa.

3. Tutti i termini di cui al presente Capitolato Speciale d'Appalto, se non diversamente stabilito nella singola disposizione sono computati in conformità al Regolamento CEE 3 giugno 1971, n. 1182.

CAPO 3 - TERMINI PER LA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

Art. 13 - Termini per l'esecuzione delle attività di progettazione e di esecuzione dei lavori

I termini per l'esecuzione di tutte le attività oggetto di gara sono così individuati in 16 mesi decorrenti dalla stipula del contratto. I termini per la redazione del progetto esecutivo sono fissati in 90(novanta) giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla sottoscrizione del contratto.

Art. 14 - Inizio delle attività progettuali

I termini contrattuali per dare completa la prestazione oggetto dell'appalto integrato decorrono dalla data di stipula del verbale di sottoscrizione del contratto.

Il termine per la redazione del progetto esecutivo, comprensivo di Piano della Sicurezza Operativo di Cantiere, indagini integrative e campo prova è paria a 16 mesi.

Art. 15 - Consegna e inizio dei lavori

1. Approvato il progetto esecutivo nelle forme e nei modi di legge il direttore dei lavori provvede alla consegna dei lavori.

2. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di

anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'appaltatore è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

3.L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori:

a) la documentazione di avvenuta denuncia di inizio attività agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta;

b) la qualifica, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative applicato ai lavoratori dipendenti;

c) l'iscrizione alla Camera di Commercio, industria ed artigianato con oggetto sociale inerente alla tipologia dell'appalto;

d) la specifica documentazione attestante la conformità alle disposizioni di cui al Decreto Legislativo n. 81 del 2008 e s.m.i. di macchine, attrezzature ed opere provvisionali;

e) l'elenco dei dispositivi di protezione individuali forniti ai lavoratori;

f) la nomina del RSPP, degli incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione, di primo soccorso e gestione dell'emergenza, del medico competente;

g) il nominativo (i) del (i) rappresentante (i) dei lavoratori per la sicurezza (RLS);

h) gli attestati inerenti alla formazione delle suddette figure e dei lavoratori prevista dal Decreto Legislativo n. 81 del 2008;

i) l'elenco dei lavoratori risultanti dal libro unico del lavoro con l'indicazione delle qualifiche di appartenenza e relativa idoneità sanitaria prevista dal Decreto Legislativo n. 81 del 2008 e s.m.i.. L'elenco deve essere corredato da dichiarazione del datore di lavoro che attesti di aver già consegnato al lavoratore le informazioni sul rapporto di lavoro. Ogni variazione dovrà esser tempestivamente comunicata;

j) la dichiarazione di non essere oggetto di provvedimenti di sospensione o interdittivi di cui all'art. 14 del Decreto Legislativo n. 81 del 2008 e s.m.i.;

k) la copia del libro unico del lavoro dal quale emergano i dati essenziali e necessari a valutare l'effettiva posizione assicurativa delle maestranze di cui all'elenco richiesto;

l) la copia della documentazione che attesti che il datore di lavoro ha assolto all'obbligo di comunicare al Centro per l'Impiego competente la instaurazione di un nuovo rapporto di lavoro secondo quanto previsto dal Decreto 30/10/2007. La comunicazione deve essere assolta almeno il giorno prima della assunzione;

m) la copia del registro infortuni;

n) il documento unico di regolarità contributiva (DURC) rilasciato dall'ente territoriale in cui ha sede la ditta.

o) il DURC è altresì richiesto in occasione di ciascun pagamento in acconto o a saldo, in relazione anche alle eventuali imprese subappaltatrici che abbiano personale dipendente.

4. Le disposizioni sulla consegna si applicano anche alle singole consegne frazionate, relative alle singole parti di lavoro nelle quali questo sia frazionato, come previsto dalla documentazione progettuale, oppure in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 2 del presente articolo si applica anche alle singole parti consegnate, qualora l'urgenza sia limitata all'esecuzione di alcune di esse.

Art. 16 - Termine per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori ed i servizi compresi nell'appalto è fissato in 16 mesi decorrenti dalla data della stipula del contratto.

2. Nel calcolo del tempo di cui al comma 1 si è tenuto conto delle ferie contrattuali e della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante oppure necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di collaudo, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

Art. 17 – Proroghe

1. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'articolo 16, può chiedere la proroga, presentando apposita richiesta motivata con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine di cui all'articolo 16.

2. La richiesta è presentata al direttore di lavori il quale la trasmette tempestivamente al R.U.P., corredata del proprio parere; qualora la richiesta sia presentata direttamente al R.U.P. questi acquisisce tempestivamente il parere del direttore dei lavori.

3. La proroga è concessa o negata con provvedimento scritto dell'Amm.ne.

4. Trova altresì applicazione l'articolo 26 del capitolato generale d'appalto.

Art. 18 - Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori

1. Qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche oggettivamente eccezionali od altre

circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale sentito l'appaltatore; costituiscono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 132, comma 1, lettere a), b), c) e d), del Codice dei contratti; per le sospensioni di cui al presente articolo nessun indennizzo spetta all'appaltatore.

2. Il verbale di sospensione deve contenere:

a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori; b) l'adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori;

c) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute.

3. Il verbale di sospensione è controfirmato dall'appaltatore, deve pervenire al R.U.P. entro il quinto giorno naturale successivo alla sua redazione e deve essere restituito controfirmati dallo stesso o dal suo delegato; qualora il R.U.P. non si pronunci entro 5 giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante.

4. Qualora l'appaltatore non intervenga alla firma del verbale di sospensione o rifiuti di sottoscriverlo, oppure apponga sullo stesso delle riserve, si procede a norma dell'articolo 165 del regolamento generale.

5. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal R.U.P. o sul quale si sia formata l'accettazione tacita; non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del R.U.P.

6. Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al R.U.P., qualora il predetto verbale gli sia stato trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione oppure rechi una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.

7. Non appena cessate le cause della sospensione il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa che, oltre a richiamare il precedente verbale di sospensione, deve indicare i giorni di effettiva sospensione e il conseguente nuovo termine contrattuale dei lavori differito di un numero di giorni pari all'accertata durata della sospensione.

8. Il verbale di ripresa dei lavori è controfirmato dall'appaltatore e trasmesso al R.U.P.; esso è efficace dalla data della sua redazione; al verbale di ripresa dei lavori si applicano le disposizioni ei cui ai commi 3 e 4.

9. Le disposizioni del presente articolo si applicano anche a sospensioni parziali e riprese parziali che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali; in tal caso il differimento dei termini contrattuali è pari ad un numero di giorni costituito dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra l'ammontare dei lavori sospesi e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il programma esecutivo dei lavori di cui al successivo articolo 21.

Art. 19 - Sospensioni ordinate dal R.U.P.

1. Il R.U.P. può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o particolare necessità; l'ordine è trasmesso contemporaneamente all'appaltatore e al direttore dei lavori ed ha efficacia dalla data di emissione.

2.Lo stesso RUP determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospendere i lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e al direttore dei lavori.

3. Per quanto non diversamente disposto dal presente articolo, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal R.U.P. si applicano le disposizioni dell'articolo 18, commi 2, 4, 7, 8 e 9, in materia di verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, in quanto compatibili.

4. Qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista dall'articolo 16, o comunque quando superino 6 mesi complessivamente, l'appaltatore può richiedere b scioglimento del contratto senza indennità; la Stazione appaltante può opporsi allo scioglimento del contratto ma, in tal caso, riconosce al medesimo la rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti, iscrivendoli nella documentazione contabile.

Art. 20 - Penali in caso di ritardo

1. **a) nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari allo 1 per mille (in lettere unopermille) sull'importo contrattuale;**

   b) per i lavori dove è prevista dal progetto l'esecuzione articolata in più parti frazionate e autonome, nel caso di ritardo rispetto ai termini di una o più d'una di tali parti, le penali di cui al comma 1a) si applicano ai rispettivi importi.
   c) le penali di cui al comma 1 a) si applicano anche nel caso di ritardata e/o incompleta consegna del progetto esecutivo.
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:

   a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori con l'atto di consegna degli stessi, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 15, comma 2;

   b) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;

   c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati;

   d) nel rispetto delle soglie temporali fissate a tale scopo nel programma dei lavori di cui al successivo art.21.

3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettere a) e b), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'articolo 21.

4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.

5. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.

6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10 per cento dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 23, in materia di risoluzione del contratto.

7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 21 - Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

1. Prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;

b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;

c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere (Autorità Portuale,Provincia,Comune, e altri eventuali);

d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;

e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del programma di cui al punto 1; tale programma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2. Eventuali aggiornamenti del programma legati a motivate esigenze organizzative dell'Appaltatore e che non

comportino modifica delle scadenze contrattuali, possono essere approvati dal responsabile del procedimento.

4. In caso di consegna parziale, il programma di esecuzione dei lavori di cui al comma 1 deve prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili; qualora dopo la realizzazione delle predette lavorazioni permangano le cause di indisponibilità si applica l'articolo 133 del regolamento generale.

Art. 22 - Inderogabilità del termine di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:

a) il ritardo nella individuazone delle aree di cantiere nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;

b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;

c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;

d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;

e) il tempo necessario per l'ottenimento dei permessi e per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente capitolato;

f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;

g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;

h) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;

i) le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008, fino alla relativa revoca.

2. Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli

inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, se lappaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla Stazione appaltante medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.

3. Non costituiscono altresì motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione gli inconvenienti, gli errori e le omissioni nella progettazione esecutiva.

4. Le cause di cui ai commi 1, 2 e 3 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe di cui all'articolo 17, di sospensione dei lavori di cui all'articolo 18, per la disapplicazione delle penali di cui all'articolo 20, né per l'eventuale risoluzione del Contratto ai sensi dell'articolo 23.

Art. 23 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo imputabile all'appaltatore nel rispetto del termine per l'ultimazione dei lavori o delle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale produce l'avvio delle procedure per la risoluzione del contratto a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti.

2. La risoluzione del contratto ai sensi del comma 2 trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore.

3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 20, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 3.

4. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidato a terzi. Per il risarcimento di tali danni la Stazione appaltante può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'appaltatore in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.

CAPO 4 – CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

Art. 24 - Lavori a misura

1. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 42 o 43, e per tali variazioni ricorrano le condizioni di cui all'articolo 45, comma 9, del regolamento generale, per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro " a corpo" , esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni

sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.

2. Nei casi di cui al comma 1, qualora le variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 44, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione " a corpo" .

3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

4. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente capitolato e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

5. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 3, del presente capitolato speciale.

6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, oppure formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

Art. 25 - Lavori a corpo

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente capitolato e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella di cui all'articolo 5, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

4. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore era tenuto, in sede di

partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

5. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, lettera b), sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 26 - Lavori in economia

1. La contabilizzazione dei lavori in economia, ove autorizzata, è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'articolo 153 del regolamento generale.

2. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, lettera b), per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati separatamente con gli stessi criteri.

Art .27 - Valutazione dei manufatti a piè d'opera.

Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla Direzione Lavori.

CAPO 5 - DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 28 - Anticipazione

1. Ai sensi dell'articolo 5, comma 1, del decreto-legge 28 marzo 1997, n. 79, convertito con modificazioni dalla legge 28 maggio 1997, n. 140, non è dovuta alcuna anticipazione.

Art. 29 - Pagamento del corrispettivo per il progetto esecutivo

1. Ai sensi dell'articolo 140, comma 5, del regolamento generale, la Stazione appaltante provvede al pagamento del corrispettivo contrattuale per la progettazione esecutiva con le seguenti modalità:

a) un primo acconto, pari al 50 % (cinquanta per cento) all'approvazione del progetto esecutivo;

b) un secondo acconto, pari al 20 % (venti per cento) entro 120 (centoventi) giorni dalla consegna dei lavori di cui all'articolo 15;

c) il saldo, entro i successivi 120 (centoventi) giorni.

2. I pagamenti di cui al comma 1 non fanno salve le conseguenze per il verificarsi di errori od omissioni progettuali.

3. Qualora la progettazione esecutiva sia stata eseguita da progettisti dipendenti dell'appaltatore o facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 18, comma 7, del d.P.R. n. 34 del 2000, il pagamento dei corrispettivi di cui al comma 1 è effettuato a favore dell'appaltatore, in tal caso trova applicazione la disciplina di cui all'articolo 31, comma 8.

4. Sul corrispettivo della progettazione esecutiva non è prevista alcuna ritenuta di garanzia.

Art. 30 - Pagamenti in acconto

1. Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 25, 26, 27 e 28, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della quota relativa degli oneri per la sicurezza e al netto della ritenuta di cui al comma 2, e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti, raggiungono un importo non inferiore al 10 % (dieci per cento) dell'importo contrattuale.

2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento, ai sensi dell'articolo 7, comma 2, del capitolato generale d'appalto, da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.

3. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi delle condizioni di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la contabilità ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 168 del regolamento generale, il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il …… » con l'indicazione della data di chiusura.

4. Entro i successivi 10 (dieci) giorni il R.U.P. emette il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'articolo 169 del regolamento generale, il quale deve esplicitare il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori di cui al comma 3, con l'indicazione della data di emissione.

5. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 giorni, salvo ritardi ad essa non imputabili per l'acquisizione del DURC, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'appaltatore, previa presentazione di regolare fattura fiscale.

6. Ai sensi dell'articolo 114, comma 3, del regolamento generale, qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 (novanta) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.

7. Ai sensi dell'articolo 48-bis del D.P.R. 29 settembre 1973, n. 602, come introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge 24 novembre 2006, n. 286, e dell'articolo 118, commi 3 e 6, del Codice dei contratti,

l'emissione di ogni pagamento è subordinata:

a) all'acquisizione del DURC, proprio e degli eventuali subappaltatori;

b) all'accertamento, da parte della stazione appaltante, che il beneficiario non sia inadempiente all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento, in applicazione dell'art. 48-bis del D.P.R. 29.01.1973 n. 602, con le modalità di cui al D.M. 18.01.2008, n. 40; in caso di inadempienza accertata, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

c) qualora l'appaltatore si sia avvalso del subappalto, alla trasmissione delle fatture quietanzate del subappaltatore entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento precedente.
8. I pagamenti in acconto verranno effettuati fino al raggiungimento di un importo massimo pari al 95% del conto finale. L'ultima rata di acconto potrà pertanto avere un importo anche diverso rispetto a quanto indicato al precedente comma 1 del presente articolo.

Art. 31 - Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 60 (sessanta) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al R.U.P.; con il conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di cui al comma 3 e alle condizioni di cui al comma 4.

2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del R.U.P., entro il termine perentorio di 15 (quindici) giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il R.U.P. formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.

3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 31, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 90 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio, previa presentazione di regolare fattura fiscale.

4. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile; il pagamento è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 141, comma 9, del Codice dei contratti e dell'articolo 102, comma 3, del regolamento generale.

5. Ai sensi dell'articolo 102, comma 3, del regolamento generale, la garanzia fideiussoria di cui al comma 4 deve avere validità ed efficacia fino a due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio e alle seguenti condizioni:

a) importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni;

b) la garanzia ha efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo e si estingue due anni dopo;

c) la garanzia deve essere prestata mediante presentazione di atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o di polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione,

conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.

6. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

7. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

8. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 30, comma 8.

9. Il pagamento della rata di saldo è altresì subordinato alla condizione che l'appaltatore presenti la polizza indennitaria decennale di cui all'articolo 129, comma 2, del Codice dei contratti e all'articolo 40, comma 7, del presente capitolato.

Art. 32 - Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'articolo 30 e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione, trasmesso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.

2. Non sono dovuti interessi per i primi 30 giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento a favore dell'appaltatore; trascorso tale termine senza che la Stazione appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.

3. Il pagamento degli interessi di cui al presente articolo avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve; il pagamento dei predetti interessi prevale sul pagamento delle somme a titolo di esecuzione dei lavori.

4. E' facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, oppure nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione appaltante, promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 giorni dalla data della predetta costituzione in mora, in applicazione dell'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.

Art. 33 - Ritardi nel pagamento della rata di saldo

1. Per il pagamento della rata di saldo in ritardo rispetto al termine stabilito all'articolo 31, comma 3, per causa imputabile alla Stazione appaltante, sulle somme dovute decorrono gli interessi legali.

2. Qualora il ritardo nelle emissioni dei certificati o nel pagamento delle somme dovute a saldo si protragga per ulteriori 60 giorni, oltre al termine stabilito al comma 1, sulle stesse somme sono dovuti gli interessi di mora.

Art. 34 - Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

1. Ai sensi dell'articolo 133, commi 2 e 3 del Codice dei contratti, e successive modifiche e integrazioni, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.

2. Ai sensi dell'articolo 133, commi 4, 5, 6 e 7, del Codice dei contratti, in deroga a quanto previsto dal comma 1, qualora il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisca variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10 per cento rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 10 per cento, alle seguenti condizioni:

a) le compensazioni in aumento sono ammesse con il limite di importo costituito da:

a.1) somme appositamente accantonate per imprevisti, nel quadro economico dell'intervento, in misura non inferiore all'1 per cento dell'importo dei lavori, al netto di quanto già eventualmente impegnato contrattualmente per altri scopi o con altri soggetti;

a.2) eventuali altre somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione di spesa;

a.3) somme derivanti dal ribasso d'asta, qualora non ne sia stata prevista una diversa destinazione;

a.4) somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della stazione appaltante nei limiti della residua spesa autorizzata e disponibile;

b) all'infuori di quanto previsto dalla lettera a), non possono essere assunti o utilizzati impegni di spesa comportanti nuovi o maggiori oneri per la stazione appaltante;

c) la compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 10 per cento al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente al decreto ministeriale, nelle quantità accertate dal Direttore dei lavori;

d) le compensazioni sono liquidate senza necessità di iscrizione di riserve, ma a semplice richiesta di una

delle parti, accreditando o addebitando il relativo importo, a seconda del caso, ogni volta che siano maturate le condizioni di cui al presente comma, entro i successivi 60 (sessanta giorni), a cura della direzione lavori qualora non sia ancora stato emesso il certificato di collaudo provvisorio.

3. Fermo restando quanto previsto al comma 2, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale, determinata con decreto ministeriale, da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2 per cento, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi

4. La compensazione dei prezzi di cui al comma 2 o l'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3, deve essere richiesta dall'appaltatore, con apposita istanza, entro 60 (sessanta) giorni dalla pubblicazione in Gazzetta dei relativi decreti ministeriali. Trascorso il predetto termine decade ogni diritto alla compensazione dei prezzi di cui al comma 2 e all'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3.

Art. 35 - Anticipazione del pagamento di taluni materiali

1. Non è prevista l'anticipazione del pagamento sui materiali o su parte di essi.

Art. 36 - Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

2. E' ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 117 del Codice dei contratti e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione appaltante ,e da questa accettato ai sensi del comma 3 dell'art.117 del codice dei contratti, prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal R.U.P.

CAPO 6 – CAUZIONI E GARANZIE

Art. 37 - Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'articolo 75, commi 1 e 2, del Codice dei contratti e dell'articolo 100 del Regolamento generale, è richiesta una cauzione provvisoria pari al 2% (due per cento) dell'importo preventivato dei lavori da appaltare, comprensivo degli oneri per la sicurezza, da prestare al momento della presentazione dell'offerta.

2. Ai sensi dell'articolo 100 del Regolamento generale, la cauzione provvisoria di cui al comma 1 può essere prestata:

a) in contanti o in titoli del debito pubblico garantiti dallo Stato al corso del giorno del deposito presso una sezione di tesoreria provinciale o presso le aziende autorizzate, a titolo di pegno a favore della stazione appaltante;

b) mediante fideiussione bancaria o polizza assicurativa fideiussoria in conformità alla scheda tecnica 1.1, allegata al decreto del ministero delle attività produttive 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.1 allegato al predetto decreto, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, in conformità all'articolo 75, commi 4, 5, 6 e 8, del Codice dei contratti.

3. La cauzione provvisoria, se prestata nelle forme di cui al comma 2, lettera a), deve essere accompagnata dall'impegno di un fideiussore verso il concorrente a rilasciare garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva nel caso di aggiudicazione da parte del concorrente dell'appalto.

4. Sono vietate forme di cauzione diverse da quelle di cui al comma 2 e, in particolare, è vietata la cauzione prestata mediante assegni di conto di corrispondenza o assegni circolari.

5. In caso di raggruppamento temporaneo di imprese la garanzia deve riportare l'indicazione di tutte le imprese raggruppate; può essere omessa l'indicazione degli eventuali progettisti associati.

Art. 38 - Cauzione definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 113, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 101 del regolamento generale, è richiesta una garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; qualora l'aggiudicazione sia fatta in favore di un'offerta inferiore all'importo a base d'asta in misura superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; qualora il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso eccedente la predetta misura percentuale.

2. Cauzione definitiva pari al 10% dell'ammontare contrattuale o, in caso di ribasso superiore al 10%, pari alla percentuale prevista all'art.113, comma 1, del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.. Essa sarà costituita mediante fideiussione rilasciata da Primario Istituto di Credito o da Istituto Assicurativo associato all'Ania. La firma di chi ha rilasciato la fideiussione dovrà essere autenticata da un notaio che ne attesti la validità, anche in relazione ai poteri d'impegno conferiti al firmatario. La fideiussione dovrà riportare la clausola che il soggetto garante è tenuto a soddisfare le obbligazioni a semplice richiesta della Sogesid senza facoltà di opporre alcuna eccezione, ivi compresa quella di cui all'art. 1957 c.c. e con la formale rinuncia, da parte del soggetto garante, al beneficio della preventiva escussione di cui all'art. 1944 c.c. La garanzia è presentata in originale alla Stazione appaltante prima della formale sottoscrizione del contratto, anche limitatamente alla scheda tecnica.

3. La garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75 per cento dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.

4. La garanzia, per il rimanente ammontare residuo del 25 per cento, cessa di avere effetto ed è svincolata automaticamente all'emissione del certificato di collaudo provvisorio; lo svincolo e l'estinzione avvengono di diritto, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.

5. La Stazione appaltante può avvalersi della garanzia fideiussoria, parzialmente o totalmente, per le spese dei lavori da eseguirsi d'ufficio nonché per il rimborso delle maggiori somme pagate durante l'appalto in confronto ai risultati della liquidazione finale; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale della Stazione appaltante senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.

6. La garanzia fideiussoria è tempestivamente reintegrata nella misura legale di cui al combinato disposto dei commi 1 e 3 qualora, in corso d'opera, sia stata incamerata, parzialmente o totalmente, dalla Stazione appaltante; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.

Art. 39 - Riduzione delle garanzie

1 Ai sensi degli articoli 40, comma 7, e 75, comma 7, del Codice dei contratti, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'articolo 38 e l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'articolo 39 sono ridotti al 50 per cento per i concorrenti ai quali sia stata rilasciata, da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45012 e della serie UNI CEIEN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9001:2000.

2. In caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti di tipo orizzontale le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso del requisito di cui al comma 1 sia comprovato da tutte le imprese in raggruppamento.

3. In caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti di tipo verticale le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate esclusivamente per le quote di incidenza delle lavorazioni appartenenti alle categorie assunte integralmente da imprese in raggruppamento in possesso del requisito di cui al comma 1; tale beneficio non è frazionabile tra imprese che assumono lavorazioni appartenenti alla medesima categoria.

4. Il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato dall'annotazione in calce all'attestazione SOA ai sensi dell'articolo 4, comma 3, del d.P.R. n. 34 del 2000.

5. In deroga a quanto previsto dal comma 4, il possesso del requisito di cui al comma 1 può essere comprovato dalla certificazione rilasciata dall'organismo accreditato qualora:

a) l'impresa abbia utilizzato, per la gara e per l'eventuale aggiudicazione, una qualificazione per una classifica non superiore alla II;

b) l'impresa sia in possesso di attestazione SOA in corso di validità ma il possesso del requisito di cui al comma 1 non sia stato ancora annotato sulla predetta attestazione, a condizione che l'impresa abbia già presentato istanza alla SOA per il relativo aggiornamento;

c) l'impresa non sia tenuta al possesso dell'attestazione SOA.

6. In caso di avvalimento ai sensi dell'articolo 49 del Codice dei contratti, per beneficiare della riduzione di cui al comma 1, il requisito della qualità deve essere posseduto in ogni caso dall'impresa partecipante e aggiudicataria, indipendentemente dalla circostanza che sia posseduto dall'impresa ausiliaria. L'impresa ausiliaria deve essere in possesso del predetto requisito solo in relazione all'obbligo di cui all'articolo 4 del d.P.R. n. 34 del 2000.

7. La riduzione di cui al presente articolo prescinde dal possesso del sistema di qualità in capo ai progettisti.

Art. 40 - Obblighi assicurativi a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 129, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 103, del regolamento generale, l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa conforme allo schema tipo 2.3 del D.M. 12/03/2004 n.123 che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.

2. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna delle attività e cessa alle ore 24 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio e comunque decorsi 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione di collaudo provvisorio per parti determinate dell'opera, la garanzia cessa per quelle parti e resta efficace per le parti non ancora collaudate; a tal fine l'utilizzo da parte della Stazione appaltante secondo la destinazione equivale, ai soli effetti della copertura assicurativa, ad emissione del certificato di collaudo provvisorio. Il premio è stabilito in misura unica e indivisibile per le coperture di cui ai successivi commi 3 e 4. Le garanzie assicurative sono efficaci anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore fino ai successivi due mesi e devono essere prestate in conformità allo schema-tipo 2.3 allegato al D.M. n. 123 del 2004.

3. La garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore; tale polizza deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:

a) prevedere una somma assicurata non inferiore alla somma delle seguenti partite:

partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo del contratto comprensivo di IVA

partita 2) per le opere preesistenti: euro 1.000.000,00,

b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.

4. La garanzia assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi (R.C.T.) deve essere stipulata per una somma assicurata (massimale/sinistro) non inferiore ad euro 2.500.000,00

5. Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni:

a) in relazione all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione di cui al comma 3, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;

b) in relazione all'assicurazione di responsabilità civile di cui al comma 4, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;

6. Le garanzie di cui ai commi 3 e 4, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti, e dall'articolo 108, comma 1, del regolamento generale, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

7. Prima dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio, l'appaltatore si obbliga a presentare una polizza assicurativa indennitaria decennale postuma ai sensi dell'articolo 129, comma 2, del Codice dei contratti e dell'articolo 104 del regolamento generale, con decorrenza dalla data emissione del predetto certificato e cessazione alla scadenza del decimo anno dalla stessa data.

8. Qualora il contratto di assicurazione relativo alla polizza indennitaria decennale preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante.

Art. 41 - Assicurazione della progettazione esecutiva

1. Ai sensi del combinato disposto degli articoli 53, comma 3, e 111, comma 1, del Codice dei contratti, nonché dell'articolo 105 del regolamento generale, deve essere presentata alla Stazione appaltante una polizza di responsabilità civile professionale per i rischi di progettazione, a far data dall'approvazione del progetto esecutivo di cui all'articolo 13, comma 6, per tutta la durata dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio; la polizza deve coprire le nuove spese di progettazione e i maggiori costi che l'amministrazione dovesse sopportare per le varianti di cui all'articolo 132, comma 1, lettera e), del Codice dei contratti, resesi necessarie in corso di esecuzione.

2. La garanzia è prestata alle condizioni e prescrizioni previste dallo schema tipo 2.2 allegato al D.M. 12 marzo 2004, n. 123, in conformità alla scheda tecnica 2.2 allegata allo stesso decreto per un massimale assicurato non inferiore a euro 2,5 milioni.

3. Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni non sono opponibili alla Stazione appaltante.

4. L'assicurazione deve essere presentata, in alternativa:

a) dal progettista titolare della progettazione esecutiva indicato in sede di gara e incaricato dall'appaltatore o associato temporaneamente a quest'ultimo ai sensi dell'articolo 3, comma 8, del D.P.R. n. 34 del 2000;

b) dall'appaltatore medesimo qualora questi sia qualificato per la progettazione ai sensi dell'articolo 18,

comma 7, del D.P.R. n. 34 del 2000 e la progettazione esecutiva sia redatta dallo suo staff tecnico.

5. La garanzia assicurativa di cui all' articolo 40, comma 7, è estesa altresì ai danni causati dagli errori o dalle omissioni nella progettazione esecutiva.

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE

Art 42 - Variazione dei lavori

1) La stazione appaltate si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli 10 e 11 del capitolato generale d'appalto, dagli articoli 45, comma 8, 134 e 135 del regolamento generale e dall'articolo 132 del Codice dei contratti.

2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori, recante anche gli estremi dell'approvazione da parte della Stazione appaltante, ove questa sia prescritta dalla legge o dal regolamento.

3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

4. Non sono considerate varianti ai sensi del comma 1 gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10 % (dieci per cento) delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella di cui all'articolo 5, e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato.

5. Sono ammesse, nell'esclusivo interesse della Stazione appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obbiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% (cinque per cento) dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

6. Salvo i casi di cui ai commi 4 e 5, è sottoscritto un atto di sottomissione quale appendice contrattuale, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.

7. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 47 con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 48, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 49.

Art. 43 - Varianti per errori od omissioni progettuali

1. L'appaltatore risponde dei ritardi e degli oneri conseguenti alla necessità di introdurre varianti in corso d'opera a causa di carenze del progetto esecutivo e nessun onere aggiuntivo può essere imputato alla Stazione appaltante. Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendessero necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale non può partecipare l'appaltatore originario ai sensi dell'articolo 38, comma 1, lettera f), del Codice dei contratti.

2. Nel caso di cui al comma 1 la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei soli lavori eseguiti riconosciuti utili dalla Stazione appaltante in sede di accertamento mediante redazione dello stato di consistenza in contraddittorio tra le parti e verbale di collaudo parziale relativo alla parte di lavoro utilmente eseguita. Nello stesso caso è portato a debito dell'appaltatore l'importo della progettazione esecutiva inutile già corrisposto.

3. Qualora gli errori o le omissioni nella progettazione esecutiva siano di lieve entità, la Stazione appaltante, prima di procedere alla risoluzione del contratto, può chiedere all'appaltatore di provvedere a propria cura e spese alla nuova progettazione indicandone i termini perentori.

Art. 44 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4.

2. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, con i criteri di cui all'articolo 136 del DPR 554/1999.

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 45 - Norme di sicurezza generali

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.

2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.

3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.

4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

5. L'appaltatore garantisce che le lavorazioni, comprese quelle affidate ai subappaltatori, siano eseguite secondo il criterio «incident and injury free».

Art. 46 - Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.

2. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del Decreto n. 81 del 2008 - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106 , all'allegato XIII allo stesso decreto - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106 - nonché le altre disposizioni del medesimo decreto aggiornato applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. 47 - Piano di sicurezza e di coordinamento

L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza ai sensi della normativa vigente.

Il suddetto obbligo è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione ai sensi del successivo articolo 48.

Art. 48 - Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento

1. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:

a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e

preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;

b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

2. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.

3. Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:

a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte;

b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono rigettate.

4. Nei casi di cui al comma 1, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.

5. Nei casi di cui al comma 1, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. 49 - Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, degli articoli 89, comma 1, lettera h) e 96 comma 1 lettera g), del Decreto n. 81 del 2008 - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106 - e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106 - comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008 - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

2. Ai sensi dell'articolo 131 del Codice dei contratti l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 51, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.

3. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 47.

CAPO 9 – DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 50 - Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del Decreto n. 81 del 2008 - aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106 - con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto, aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106.

2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, aggiornato al decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.

3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione appaltante o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà altresì notificare per iscritto alla Stazione Appaltante, i nominativi del direttore di cantiere, del Capo cantiere e del Responsabile della sicurezza dichiarando per ciascuno di essi il possesso dei necessari requisiti tecnici e di legge. Il Direttore di cantiere assumerà, unitamente all'Impresa, ogni responsabilità civile e penale conseguente all'attività del cantiere e in particolare nel caso di incidenti di qualsiasi genere, restandone sollevata la Stazione Appaltante ed il suo personale addetto alla sorveglianza. Il Direttore di cantiere assumerà la responsabilità del buon andamento del cantiere stesso, nonché dell'osservanza di tutte le norme contrattuali, delle vigenti disposizioni relative alla prevenzione infortuni e delle disposizioni impartite dalla Stazione Appaltante. In particolare il Direttore Tecnico di cantiere:

- dispone affinché siano attuate le misure di sicurezza relative all'igiene ed ambiente di lavoro che assicurino i requisiti richiesti dalle vigenti disposizioni di legge e dalle più aggiornate norme tecniche, mettendo a disposizione i mezzi necessari;

- rende edotti i preposti e gli stessi lavoratori, nell'ambito delle rispettive attribuzioni e competenze, sulle esigenze di sicurezza aziendale e sulle normative di attuazione con riferimento alle disposizioni di legge e tecniche in materia;

- programma le misure di sicurezza relative all'igiene ed all'ambiente di lavoro che assicurino i requisiti richiesti dalle vigenti disposizioni tecniche di legge in materia e mette a disposizione i mezzi necessari allo scopo;

- illustra ai preposti i contenuti di quanto programmato rendendoli edotti dei sistemi di protezione previsti sia collettivi che individuali in relazione ai rischi specifici cui sono esposti i lavoratori;

- rende edotte le ditte appaltatrici partecipanti e/o subappaltatrici sui contenuti di quanto programmato e sui sistemi di protezione previsti in relazione ai rischi specifici esistenti nell'ambiente di lavoro in cui sono chiamate a prestare la loro attività;

- rende edotti i lavoratori dei rischi specifici cui sono esposti e portar a loro conoscenza le norme essenziali di prevenzione con i mezzi a disposizione, tenuto conto dell'organizzazione aziendale del lavoro;

- mette a disposizione dei lavoratori i mezzi di protezione e dispone che i singoli lavoratori osservino le norme di sicurezza;

- verifica ed esige che siano rispettate le disposizioni di legge e le misure programmate ai fini della sicurezza collettiva ed individuale;

- predispone affinché gli ambienti, gli impianti, i mezzi tecnici ed i dispositivi di sicurezza siano mantenuti in buona ed efficiente condizione, provvedendo altresì a fare effettuare le verifiche ed i controlli previsti.

4. Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

5. Ai sensi dell'articolo 118, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questi ultimi, degli obblighi di sicurezza.

Art. 51 - Subappalto

1.Tutte le lavorazioni, ai sensi dell'art. 118, comma 2, del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i., a qualsiasi categoria appartengano sono scorporabili o subappaltabili a scelta del concorrente, ferme restando le prescrizioni di cui al precedente articolo 4, e come di seguito specificato:

a) lavori appartenenti alla categoria prevalente per una quota superiore al 30 per cento, in termini economici, dell'importo dei lavori della stessa categoria prevalente;

b) fermo restando il divieto di cui alla successiva lettera c), i lavori delle categorie diverse da quella prevalente possono essere subappaltati o subaffidati in cottimo per la loro totalità, alle condizioni di cui al presente articolo;

c) è vietato il subappalto o il subaffidamento in cottimo di quelle lavorazioni di cui all'art. 72, comma 4, del D.P.R. 554/1999, che superino sia il 15% dell'importo totale dei lavori sia il valore di 150.000 Euro come indicato al precedente art. 4.

2. L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della Stazione appaltante, alle seguenti condizioni:

a) che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo; l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;

b) che l'appaltatore provveda al deposito di copia del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni subappaltate,

unitamente alla dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di associazione temporanea, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuna delle imprese partecipanti all'associazione, società o consorzio;

c1) che l'appaltatore, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante ai sensi della lettera b), trasmetta alla stessa Stazione appaltante la documentazione attestante che il subappaltatore è in possesso dei requisiti prescritti dalla normativa vigente per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;

c2) che l'appaltatore, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante ai sensi della lettera b), trasmetta alla stessa Stazione appaltante una o più dichiarazioni del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli articoli 46 e 47 del D.P.R. 445 del 2000, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e l'assenza di cause di esclusione di cui all'art. 38 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.;

d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 10 della legge n. 575 del 1965, e successive modificazioni e integrazioni; a tale scopo, qualora l'importo del contratto di subappalto sia superiore Euro 154.937,07, l'appaltatore deve produrre alla Stazione appaltante la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al D.P.R. n. 252 del 1998; resta fermo che, ai sensi dell'articolo 12, comma 4, dello stesso D.P.R. n. 252 del 1998, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, qualora per l'impresa subappaltatrice sia accertata una delle situazioni indicate dall'articolo 10, comma 7, del citato D.P.R. n. 252 del 1998.

3. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2 per cento dell'importo dei lavori affidati, o di importo inferiore a 100.000,00 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono pari a 15 giorni.

4.L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:

a) ai sensi dell'art. 118 comma 4 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20 per cento. L'affidatario corrisponde gli oneri della sicurezza, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ovvero il direttore dell'esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva corresponsione di quanto sopra indicato;

b) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;

c) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;

d) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:

- la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile , assicurativi ed antinfortunistici; devono altresì trasmettere , a scadenza trimestrale e , in ogni caso, alla conclusione dei lavori in subappalto,copia dei versamento contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva;

- copia del piano operativo di sicurezza;

e) ai fini del pagamento degli stati di avanzamento dei lavori o dello stato finale dei lavori, l'affidatario e, suo tramite, i subappaltatori trasmettono all'amministrazione o ente committente il documento unico di regolarità contributiva, nonché copia dei versamenti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, ove dovuti;

f) l'affidatario dovrà trasmettere alla stazione appaltante, entro venti giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato nei suoi confronti, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso affidatario corrisposti al subappaltatore o cottimista, con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate. Qualora l'affidatario non trasmetta le fatture quietanziate del subappaltatore o del cottimista entro il predetto termine, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'affidatario.

5. Le presenti disposizioni si applicano anche alle associazioni temporanee di imprese.

6. Ai fini del presente articolo è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività

espletate nel cantiere che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a

caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000,00 Euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto di subappalto.

7. I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto, pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori, ad eccezione della posa in opera di strutture e di impianti e opere speciali di cui all'articolo 72, comma 4, lettere c), d) ed l) del D.P.R. n. 554/1999.

8. Qualora l'appaltatore intenda avvalersi della fattispecie disciplinata dall'art. 30 del D.Lgs. 276/2003, definita "distacco di manodopera" lo stesso dovrà trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:

- di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);

- di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;

- che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.

La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra.

Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in capo al soggetto distaccante la regolarità contributiva (mediante produzione certificato DURC) e il possesso dei requisiti

generali di cui all'art. 38 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.. La stazione appaltante, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco qualora in sede di verifica non sussistano i requisiti di cui sopra.

9. I progettisti dell'appaltatore non possono subappaltare prestazioni o altri adempimenti relativi alla progettazione esecutiva/alla revisione/al completamento della progettazione esecutiva se non nei limiti di cui all'articolo 91, comma 3, del Codice dei contratti; in caso di subappalto di prestazioni tecniche trovano applicazione le condizioni e le procedure di cui al presente articolo, per quanto compatibili; in caso di violazione dei divieti di subappalto o di subappalto non autorizzato trova applicazione l'articolo 52, comma 3 del presente capitolato.

Art. 52 - Responsabilità in materia di subappalto

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.

2. Il direttore dei lavori e il R.U.P., nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del Decreto n. 81 del 2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e di esecuzione dei contratti di subappalto.

3. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dall'articolo 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda non in inferiore ad un terzo del valore dell'opera concessa in subappalto o a cottimo e fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

Art. 53 - Pagamento dei subappaltatori

1. La Stazione appaltante provvede a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori eseguiti dagli stessi; l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla Stazione appaltante, tempestivamente e comunque entro 20 (venti) giorni dall'emissione di ciascun stato di avanzamento lavori, una comunicazione, sottoscritta anche dal subappaltatore o cottimista, che indichi la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

2. Ai sensi dell'articolo 118, comma 6, del decreto legislativo n. 163 del 2006 e s.m.i., i pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, sono subordinati all'acquisizione del DURC del subappaltatore a cura della Stazione appaltante e di copia dei versamenti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, ove dovuti.

3. Qualora l'appaltatore non provveda nei termini agli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, la Stazione appaltante sospende l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non provveda.

4. La documentazione contabile di cui al comma 1 deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore.

5. Ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, del D.P.R. n. 633 del 1972, aggiunto dall'articolo 35, comma 5, della legge 4 agosto 2006, n. 248, gli adempimenti in materia di I.V.A. relativi alle fatture quietanziate di cui al comma 1, devono essere assolti dall'appaltatore principale.

CAPO 10- CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 54 - Accordo bonario e transazione

1. Le riserve devono essere iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'appaltatore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve devono essere iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate. Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicate con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'appaltatore ritiene gli siano dovute; qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della riserva, l'appaltatore ha l'onere di provvedervi, sempre a pena di decadenza, entro il termine di quindici giorni fissato dall'articolo 165, comma 3, del regolamento di cui al D.P.R. 554/99. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

2. Ai sensi dell'articolo 240, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti incrementi rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10 per cento di quest'ultimo, si applicano i procedimenti volti al raggiungimento di un accordo bonario, disciplinati dal predetto articolo.

3. Ove non si proceda all'accordo bonario e l'appaltatore confermi le riserve per la definizione delle controversie si applica l'art 244 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i. .

4. Sulle somme riconosciute in sede amministrativa o contenziosa, gli interessi al tasso legale cominciano a decorrere 60 giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, successivamente approvato dalla Stazione appaltante, oppure dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.

5. Ai sensi dell'articolo 239 del Codice dei contratti, anche al di fuori dei casi in cui è previsto il ricorso all'accordo bonario ai sensi dei commi precedenti, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono sempre essere risolte mediante atto di transazione, in forma scritta, nel rispetto del codice civile; qualora l'importo differenziale della transazione ecceda la somma di 100.000 euro, è necessario il parere dell'avvocatura che difende la stazione appaltante o, in mancanza, del funzionario più elevato in grado, competente per il contenzioso. Il dirigente competente, sentito il R.U.P., esamina la

proposta di transazione formulata dal soggetto aggiudicatario, ovvero può formulare una proposta di transazione al soggetto aggiudicatario, previa audizione del medesimo.

6. La procedura di cui al comma 5 può essere esperita anche per le controversie circa l'interpretazione del contratto o degli atti che ne fanno parte o da questo richiamati, anche quando tali interpretazioni non diano luogo direttamente a diverse valutazioni economiche.

7. Nelle more della risoluzione delle controversie l'appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.

Art. 55 - Definizione delle controversie

1. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi dell'articolo 54 e l'appaltatore confermi le riserve, trova applicazione il successivo comma 2.

2. La definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di ROMA ed è esclusa la competenza arbitrale.

3. L'organo che decide sulla controversia decide anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 56 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:

a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;

b) i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;

c) è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;

d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

2. In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione appaltante o a essa segnalata da un ente preposto, la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e procede a una detrazione del 20 % (venti per cento) sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, oppure alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

3. Ai sensi dell'articolo 13 del capitolato generale d'appalto, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la Stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

4. In ogni momento il Direttore dei Lavori e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all'appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all'articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'appaltatore o del subappaltatore autorizzato.

5. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per il personale dei subappaltatori autorizzati. I lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Agli stessi obblighi devono ottemperare anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'appaltatore o degli eventuali subappaltatori (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio.

6. La violazione degli obblighi di cui al precedente comma 5 comporta l'applicazione, da parte delle autorità competenti,in capo al datore di lavoro ed al lavoratore delle sanzioni amministrative di cui all'art.55 comma 5 lettera i) ed articolo 59 del Decreto 81/2008.

Art. 57 - Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. La Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei seguenti casi:

a) l'appaltatore sia colpito da provvedimento definitivo di applicazione di una misura di prevenzione di cui all'articolo 3, della legge 27 dicembre 1956, n. 1423 ed agli articoli 2 e seguenti della legge 31 maggio 1965, n. 575, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per frodi nei riguardi della stazione appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, ai sensi dell'articolo 135 del Codice dei contratti;

b) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi

provvedimenti;

c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;

d) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale, nonché alle norme previdenziali;

e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;

f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;

g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;

h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;

i) mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al Decreto n. 81 del 2008 o ai piani di sicurezza di cui agli articoli 47 e 49 del presente capitolato, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dei lavori, dal R.U.P. o dal coordinatore per la sicurezza;

l) azioni o omissioni finalizzate ad impedire l'accesso al cantiere al personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale o dell'A.S.L., oppure del personale ispettivo degli organismi paritetici, di cui all'articolo 51 del D.Lgs. n. 81 del 2008 e s.m.i.

2. Il contratto è altresì risolto in caso di perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione, oppure in caso di reati accertati ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti.

3. Nei casi di risoluzione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

4. In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante oppure, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.

5. Il contratto è risolto qualora nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione S.O.A. per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci, risultante dal casellario informatico.

6. Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo/della revisione/del completamento del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, come definiti dall'articolo 132, comma 6, del Codice dei contratti, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 3, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti e riconosciuti utili e in conformità ad una corretta progettazione, al netto dei lavori non

recuperabili, non utili, oggetto di rifacimento in sede di rimedio all'errore progettuale, nonché al netto degli oneri necessari alla rimozione delle opere oggetto dell'errore di progettazione.

7. Nei casi di risoluzione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:

a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto o di altro affidamento ai sensi dell'ordinamento vigente, l'importo lordo dei lavori di completamento e di quelli da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti nonché dei lavori di ripristino o riparazione, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;

b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:

1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;

2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;

3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

CAPO 11 – DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 58 - Ultimazione dei lavori

1. In esito a formale comunicazione dell'appaltatore di intervenuta ultimazione dei lavori, il direttore dei lavori effettua i necessari accertamenti in contraddittorio con l'appaltatore e rilascia, senza ritardo alcuno, il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare, seguendo le stesse disposizioni previste per il verbale di consegna.

2. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamente delle lavorazioni sopraindicate.

3. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito

verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, oppure nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.

Art. 59 - Termini per il collaudo

1. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.

2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente capitolato o nel contratto.

Art. 60 - Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.

2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.

3. L'appaltatore può chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del R.U.P., in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto custodia delle stesse.

CAPO 12 NORME FINALI

Art. 61 - Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al regolamento generale e al presente capitolato,

nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:

a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;

b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaiamento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dalla stessa Stazione appaltante;

c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;

d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;

e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;

f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;

g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;

h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che la Stazione appaltante intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come dalla Stazione appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;

i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;

l) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;

m) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nulla-osta alla realizzazione delle opere simili;

n) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere.

o) la costruzione e la manutenzione di spazi idonei ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, computer, fax e materiale di cancelleria;

p) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna (per quel che riguarda la parte altimetrica, deve assumersi quale zero il livello medio del mare come definito dal relativo articolo) ed a mettere in opera boe galleggianti e modine in tondini di ferro, nel numero richiesto dalla D.L., per segnalare il piede della scarpata delle scogliere e per visualizzare la sagoma delle opere nel corso dei lavori e fino alla visita di collaudo finale;

q) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente capitolato o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;

r) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;

s) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;

2. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorzi, privati, Provincia, gestori di servizi a rete, Autorità Portuale e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente

ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza,in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

Art. 62 - Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato:

a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti;

b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;

c) a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente capitolato e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;

d) a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.

2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

3. L'appaltatore è obbligato ad eseguire durante i lavori le ulteriori prove geologiche e geotecniche con perforazioni, carotaggi, sondaggi e quant'altro riterrà opportuno, per verificare la stabilità dei terreni sui quali dovranno essere realizzate le opere, il tutto documentato da relazioni e calcoli firmati da un tecnico abilitato, nonché l'esecuzione di scavi preliminari di indagine necessari alla individuazione dell'esatta posizione delle eventuali utenze del sottosuolo (acqua, gas, elettricità, telefoni, fognature, ecc.); allo spostamento provvisorio ed il ripristino delle utenze del sottosuolo e di tutti i sottoservizi ed impianti esistenti e tutto quant'altro possa essere di ostacolo alla esecuzione materiale dei lavori; allo spostamento (con relativi oneri) di eventuali manufatti o strutture (linee elettriche o telefoniche, strade, fognature, canalizzazioni varie, ecc.) che, insistendo nell'area del cantiere, fossero di pregiudizio all'attività del cantiere ed alla esecuzione delle opere; all'esecuzione di tutti i lavori di puntellamento, sbadacchiatura e tutte le opere cautelative e protettive che possono occorrere per evitare danni alle persone od alle cose, franamenti di terreno ed ogni altro inconveniente o pericolo per le persone o le cose; ad assumere nel corso delle lavorazioni tutti gli accorgimenti atti a garantire la tutela dell'ambiente. L'Aggiudicatario deve tener conto nella programmazione di esecuzione dei lavori dei rallentamenti dovuti ai tempi di intervento degli Enti proprietari e gestori dei sottoservizi e non potrà pertanto richiedere maggiori compensi o ristoro di danni derivanti da tali fatti. L'Aggiudicatario è unico responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per eventuali ritardi frapposti da parte di tutte le ditte fornitrici ed assume anche la piena responsabilità per ogni

eventuale difetto che dovesse essere riscontrato nelle forniture previste nell'appalto all'atto dei collaudi in stabilimento ed in opera e durante i periodi di garanzia.

4. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica e filmata relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

5. Per il controllo dell'avanzamento delle prestazioni, l'appaltatore si impegna a dotarsi di un sistema informatico per il monitoraggio di tutte le fasi e le attività oggetto del capitolato d'appalto tra committente ed appaltatore. Il sistema dovrà essere composto da prodotti software funzionanti in maniera autonoma su qualsiasi macchina con sistema operativo Windows e dovrà essere in grado di essere integrato tecnologicamente ad altri prodotti di mercato (ad es. Office, Autocad, sistemi di contabilità, etc.). La struttura minima dovrà garantire la gestione dei seguenti processi derivati rispetto al processo produttivo principale:

1. Gestione del Progetto

1.1 Gestione varianti

1.2 Gestione controllo dei monitoraggi

2. Controllo lavori

2.1 Verifiche/azioni propedeutiche all'inizio dei lavori

2.2 Sorveglianza in corso d'opera

2.3 Problematiche legate all'esplicazione dell'attività di controllo

2.4 Registrazione in corso d'opera

3. Contabilità lavori

3.1 Attività di controllo e rilevamento

3.2 Azioni propedeutiche all'emissione dei SAL

3.3 Emissione SAL

4. Collaudi

4.1 Collaudi in corso d'opera

4.2 Collaudo finale

5. Gestione delle riserve

5.1 Rilevamento di situazioni di potenziale contenzioso

5.2 Gestione del processo contrattuale di formalizzazione delle riserve

5.3 Gestione dell'iscrizione delle riserve sul Registro di contabilità

5.4 Accordo bonario

5.5 Arbitrato

6. Monitoraggio del contratto di appalto

6.1 Configurazione del contratto d'appalto

6.2 Monitoraggio del sistema di produzione

6.3 Analisi del sistema di produzione

6.4 Gestione della reportistica.

Il sistema dovrà essere fruibile dalla D.L. in cantiere e presso la sede della Stazione Appaltante

La proposta dell'appaltatore dovrà essere approvata dalla Stazione appaltante che si riserva la possibilità di non procedere all'adozione

Art. 63 - Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.

2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti da demolizioni, rimozioni, scavi, dragaggi, etc. devono essere stoccati in sito e trasportati ad idonea destinazione (vasca di raccolta, impianti di trattamento, impianti e/o discariche autorizzate allo smaltimento), a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato dei relativi oneri di stoccaggio, trattamento, trasporto e smaltimento con i corrispettivi contrattuali previsti.

3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

Art. 64 - Custodia del cantiere

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

2. Ai sensi dell'articolo 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, la custodia continuativa deve essere affidata a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata.

Art. 65 - Cartello di cantiere

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito esemplare del cartello indicatore in numero sufficiente, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Art. 66 – Danni da forza maggiore

1 Non verrà accordato all'appaltatore alcun indennizzo per danni che si verificassero nel corso dei lavori se non in casi di forza maggiore. I danni di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dall'art. 20 del D.M. 145/2000 e dell'art. 139 del D.P.R. 554/99. La segnalazione deve essere effettuata dall'Appaltatore entro il termine perentorio di 5 giorni da quello in cui si è verificato l'evento.

Art. 67 - Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:

a) le spese contrattuali;

b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;

c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;

d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.

2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo.

3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale d'appalto.

4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravino sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.

5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato si intendono IVA esclusi.

PARTE SECONDA - CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

INDICE - PARTE SECONDA

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE-ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI 1

1.1. Premessa 1

1.2. Qualità requisiti provenienza e accettazione dei materiali 1

1.3. Accettazione, qualità ed impiego dei materiali 1

2. MOVIMENTAZIONE TERRENI 2

2.1. Premessa 2

2.1.1. Classificazione del materiale 2

2.1.2. Allontanamento delle acque dall'area di lavoro 3

2.1.3. Pulizia preliminare dell'area 3

2.1.4. Programma lavori 3

2.2. Preparazione dell' area -Diserbo scotico superficiale taglio di alberature 4

2.3. Saggi e tracciati 4

2.4. Scavi 4

2.4.1. Scavi di sbancamento 5

2.4.2. Scavi di fondazione 5

2.4.3. Norme generali 5

2.4.4. Materiali di risulta 7

2.4.5. Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione lavoro 7

2.5. Rilevati e rinterri 7

2.5.1. Provenienza dei materiali 7

2.5.2. Apertura e/o sfruttamento di cave di prestito 8

2.5.3. Prove di qualificazione del materiale 8

2.5.4. Posa in opera 9

2.5.5. Mezzi di compattazione 11

2.5.6. Operazioni di compattazione 11
2.5.7. Valori di riferimento 11
2.5.8. Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione 11
2.5.9. Modalità di mantenimento 11
2.6. Consolidamento delle terre con calce 11
2.6.1. Caratteristiche dei materiali da impiegare 11
2.6.2. Macchinari 13
2.6.3. Progetto delle miscele 13
2.6.4. Posa in opera 15
2.6.5. Controlli 18
3. VIABILITÀ E PIAZZALI 21
3.1. Piste provvisorie 21
3.2. Viabilità interna 21
3.3. Piazzali 21
4. ACQUE METEORICHE 22
5. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI 23
5.1. Generalità 23
5.2. Componenti 24
5.3. Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi 26
5.4. Confezione 28
5.5. Trasporto 29
5.6. Posa in opera 29
5.7. Stagionatura e disarmo 30
5.8. Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio 31
5.9. Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc 32
5.10. Manufatti prefabbricati prodotti in serie 32
5.11. Conglomerati cementizi preconfezionati 33
5.12. Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari 33

5.13. Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo..... 34

5.14. Acciaio per C.A..... 34

6. SOVRASTRUTTURA STRADALE..... 35

6.1. Strati di fondazione..... 36

6.2. Strato di base..... 43

6.3. Strati di collegamento (binder) e di usura..... 48

6.4. Trattamenti superficiali..... 53

7. DIAFRAMMI..... 57

7.1. Generalità..... 57

7.2. Impianto e smobilitazione del cantiere..... 57

7.3. Campo Prova per Diaframma..... 58

7.4. Esecuzione del diaframma..... 59

7.5. Attrezzatura di confezionamento miscela plastica..... 61

7.6. Esecuzione Trincea..... 61

7.7. Fasi esecutive..... 61

7.8. Oneri speciali a carico dell'appaltatore..... 64

8. TUBAZIONI..... 65

8.1. Tubazioni per reti in pressione..... 65

8.1.1. Normativa di riferimento..... 65

8.2. Tubazioni per reti di scarico..... 66

8.2.1. Normativa di riferimento..... 66

8.3. Marcatura..... 67

8.4. Criteri di Accettazione..... 68

8.5. Movimentazione dei materiali..... 68

8.6. Trasporto..... 68

8.7. Carico, scarico, movimentazione..... 68

8.8. Accatastamento..... 68

8.9. Conservazione di raccordi, valvole, pezzi speciali..... 69

8.10. Modalità e procedure di posa in opera *69*
8.10.1. Scavi 69
8.10.2. Letto di posa. 69
8.10.3. Posa in opera 70
8.10.4. Rinterri e riempimenti 70
8.10.5. Sistemi di giunzione 71
8.10.6. Attrezzature impiegate 72
8.10.7. Saldatura per elettrofusione 72
8.10.8. Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa) 74
8.10.9. Giunto a bicchiere 77
8.10.10. Filettatura 77
8.10.11. Giunti metallici 77
8.10.12. Raccordi in materiale termoplastico. 77
8.10.13. Giunzioni mediante flangiatura 78
8.11. Collaudo idraulico per tubazioni in pressione *78*
8.11.1. Collaudo tradizionale 78
8.11.2. Collaudo aggiornato 79
8.12. Collaudo idraulico per tubazioni corrugate *80*
8.13. Tubazioni e pezzi speciali *81*
9. GEOSINTETICI 82
9.1. Geotessili *82*
9.1.1. Protezione degli stati drenanti 83
9.1.2. Posa in opera del materiale 83
9.1.3. Controlli in corso d'opera 84
9.2. Geomembrane in HDPE *85*
9.2.1. Caratteristiche generali 85
9.2.2. Controlli di qualità in fabbrica 87
9.2.3. Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale 87

9.2.4. Controlli in corso d'opera 89
9.3. Geomembrane in VLDPE 93
9.3.1. Caratteristiche generali 93
10. MATERIALE INERTE DRENANTE 94
10.1. Strato drenante per acque meteoriche 94
11. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE DI FALDA E DI DRENAGGIO 95
12. SPECIFICHE TECNICHE SISTEMA DI RIMOZIONE SURNATANTE 100
13. CAPITOLATO IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE DI FALDA (TAF) 101
13.1. Descrizione linea di trattamento 101
13.2. Linea acque 101
13.3. Linea fanghi 108
13.3.1. Produzione di fanghi 108
13.4. Procedura di collaudo funzionale dell' impianto 111
13.4.1. Verifica di conformità al progetto 111
13.4.2. Verifiche in fase di avviamento 111
13.4.3. Verifiche in condizioni di esercizio provvisorio 113
13.5. Limiti di fornitura 114
13.5.1. Lavori inclusi 114
13.5.2. Ambito della fornitura 115
13.5.3. Oneri a carico dell'Appaltatore 115
13.5.4. Prove, verifiche e collaudo delle apparecchiature e dei materiali 115
13.5.5. Disegni costruttivi - Documentazione - Cataloghi 115
13.5.6. Montaggi 116
13.5.7. Basamenti delle apparecchiature 116
13.5.8. Identificazione delle apparecchiature 116
13.5.9. Passaggi ed attraversamenti 116
13.5.10. Rumore e vibrazioni delle apparecchiature 116
13.5.11. Istruzioni al personale della Committenza 116

13.5.12. Documentazione finale, manuale di conduzione e manutenzione 116
13.5.13. Assistenze 117
13.5.14. 14.3.14 Materiali di consumo 117
13.5.15. Qualità e provenienza dei materiali 117
13.5.16. Prescrizioni esecutive generali 117
13.5.17. Corrispondenza progetto-esecuzione 118
14. ACCESSI E RECINZIONI 119
15. IDROPULITRICE 119
16. PESA 119
17. IMPIANTO ELETTRICO 120
17.1. Impianti 120
17.1.1. Alimentazione dell'impianto 120
17.1.2. Distribuzione 134
17.1.3. Quadro 139
17.1.4. Protezioni 140
17.1.5. Comandi 155
17.1.6. Centrali tecnologiche 157
17.1.7. Prescrizioni per impianti di illuminazione 158
17.2. Prodotti 160
17.2.1. Quadri, centralini e cassette 160
17.2.2. Sistemi di canalizzazione 167
17.2.3. Prese a spina e combinati IEC 309 168
17.2.4. Apparecchi di illuminazione 171
17.2.5. Terminali di distribuzione energia e servizi 172
17.2.6. Prodotti ATEX 173

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE-ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI

1.1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di precisare le caratteristiche dei materiali e le modalità di posa in opera dei lavori da realizzarsi per la messa in sicurezza e bonifica della falda in area ex Yard Belleli, sita nel comune di Taranto.

1.2. QUALITÀ REQUISITI PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente Capitolato Speciale d'Appalto devono corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l'Impresa deve fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia. In mancanza di particolari prescrizioni. i materiali impiegati devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio. La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I materiali occorrenti devono provenire da località e/o Aziende che l'Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori. siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L'impresa deve quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera. Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa Impresa. Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere devono essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa. L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta. In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.

Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

1.3. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento devono essere realizzati a cura dell'Impresa. Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e devono essere eseguite da un laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione

Lavori. In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami. Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte deve avvenire in contraddittorio e dell'operazione deve essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che deve essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie. Le diverse prove ed esami sui campioni devono essere effettuate presso laboratori specializzati ,secondo quanto previsto nel presente documento. I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

2. MOVIMENTAZIONE TERRENI

2.1. PREMESSA

La movimentazione dei terreni comprende le seguenti categorie di lavoro: diserbo, scotico superficiale e scavi che si distinguono in:

- scavi di sbancamento
- scavi di fondazione
- rilevati e rinterri

Nell'esecuzione di qualunque operazione di movimentazione dei terreni, l'Impresa dovrà attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro. Inoltre dovrà predisporre tutti gli accorgimenti necessari per garantire la piena ed assoluta sicurezza degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi. I mezzi meccanici predisposti per la movimentazione dei terreni dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro. AI termine della movimentazione dei terreni e prima di procedere all'attività successiva, si dovrà aspettare l'approvazione dei lavori effettuati da parte della Direzione Lavori.

2.1.1. Classificazione del materiale

I terreni vengono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR -UNI 10006:1963 "Costruzione e manutenzione delle strade -Tecnica di impiego delle terre" ed il suo aggiornamento (limitatamente alle parti A B e C) la cui denominazione è UNI 10006:2002 "Costruzione e manutenzione delle strade, tecniche di impiego delle terre".

In particolare si ha:

- Materiale sciolto: comprende terreni, terre, sabbia e materiali sciolti di piccola pezzatura in generale, nonché le rocce profondamente alterate, oppure diaclasate, fratturate e fessurate. Lo scavo può essere effettuato con il normale impiego di mezzi meccanici senza richiedere l'uso del martellone. I trovanti di volume sino a 1,00 m^3 in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

- Roccia: comprende in generale tutti quei materiali litici, duri e compatti il cui scavo viene effettuato mediante l'utilizzo di martelloni o ricorrendo all'uso di esplosivi. I trovanti di volume superiore a 1,00 m³ in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

Per la definizione della succitata classificazione, dovrà essere cura dell'Impresa avvisare la Direzione Lavori di ogni cambio di categoria, richiedendo che la stessa Direzione Lavori provveda a determinare i volumi dei materiali corrispondenti alle diverse categorie, quando questi materiali siano ancora in sito.

2.1.2. Allontanamento delle acque dall'area di lavoro

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque di qualsiasi provenienza (meteoriche e/o sotterranee) e quantità, eventualmente raccoltesi in corrispondenza dell'area di lavoro, durante le operazioni di movimentazione dei terreni e comunque fino all'attività successiva. L'allontanamento delle acque dovrà avvenire senza intralciare le attività di cantiere. Dovrà essere eseguito con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento. I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione, al personale di cantiere ed alla proprietà oltre che alla salubrità dell'ambiente.

2.1.3. Pulizia preliminare dell'area

Tutte le aree interessate da lavori di movimentazione del terreno (ad esempio strade di accesso, scavi, rilevati, depositi di materiali, etc.) dovranno essere ripuliti ed approntati adeguatamente a cura dell'Impresa. La superficie di lavoro dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati, rinvenuti alla consegna del cantiere. Sarà a cura e spese dell'Impresa l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo diversamente specificato dalla Committente.

2.1.4. Programma lavori

Prima di iniziare, l'Impresa potrà eseguire un rilievo topografico dell'area oggetto dell' Appalto e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto, per tenere conto di variazioni altimetriche legate ad eventuali movimentazioni. In caso contrario, l'Impresa accetterà tacitamente quello eseguito in fase di Progetto o quanto indicato dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni. Prima di iniziare i lavori di movimentazione con lo scotico dell'area, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti, in accordo con le richieste del Committente. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali da interessare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse. L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i

predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

2.2. PREPARAZIONE DELL' AREA -DISERBO SCOTICO SUPERFICIALE TAGLIO DI ALBERATURE

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante ed alberi.

Lo scotico consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scotico del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di realizzare qualsiasi scavo e/o rilevato;
- tutto il materiale vegetale (inclusi ceppi e radici) dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale scoticato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate: diversamente, il materiale dovrà essere trasportato a discarica: è comunque vietata categoricamente la posa in opera di tale materiale per la costruzione di rilevati; lo scotico viene stabilito alla quota di 20 cm al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento, tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti il terreno.

2.3. SAGGI E TRACCIATI

AI termine delle operazioni di preparazione dell'area e prima di iniziare i lavori di scavo e/o riporto, l'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettatura completa o parziale dell'area, in modo che risultino indicati i limiti delle varie categorie delle opere in progetto (scavi, riporti, strade, etc.), in base alle dimensioni riportate negli elaborati di progetto. A tempo opportuno e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà posizionare le modine o garbe utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori. Qualora alla movimentazione dei terreni siano connesse opere murarie e/o in calcestruzzo (semplice, armato e precompresso), l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori di movimentazione dei terreni. L'impresa é tenuta all'accertamento della presenza di eventuali sottoservizi prima di cominciare qualsiasi operazione di scavo. Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento. L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

2.4. SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla formazione di strutture quali fondazioni. canalizzazioni rete fognaria, argini di vario tipo e funzione, etc.. Il materiale di

scavo, salvo casi eccezionali, è costituito da materiale sciolto. Gli scavi possono essere eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici. Si distinguono in:

• scavi di sbancamento;

• scavi di fondazione.

Le superfici finali devono essere sagomate e le scarpate profilate come indicato negli elaborati grafici di progetto.

2.4.1. Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti di terreno, occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, (piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, etc.) e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

2.4.2. Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti (di norma verticali o subverticali) e a parete ristretta, riproducenti il perimetro del!' opera, necessari per dar luogo a muri, pilastri di fondazione, tubazioni, condotte di qualsiasi natura, fossi, cunette, etc.. Vengono anche denominati scavi a sezione obbligata. Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti fino alle quote previste da progetto.

Qualora si riscontrassero situazioni particolari, la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare le quote nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze. Le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori. È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione rimasti intorno alle murature ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno o a quota di progetto, previa approvazione della Direzione Lavori.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti. Gli scavi di fondazione verranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

2.4.3. Norme generali

Nell'esecuzione degli scavi (di sbancamento e di fondazioni), l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo. L'Impresa dovrà profilare le scarpate degli scavi con le inclinazioni appropriate, in relazione alla natura e alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico della stessa; inoltre dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisionale secondo le quote e le pendenze di progetto.

L'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni possibili ed usare i metodi di scavo più idonei allo scopo per evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto. Qualsiasi smottamento, movimenti di massi o terra, che si verifichino nelle aree di scavo comporterà l'onere della rimozione del materiale da parte dell'Impresa.

Nel caso in cui il fondo risultasse smosso, l'Impresa dovrà compattare detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (prova di compattazione AASHO modificato -CNR 69/1978 e CNR 22/1972).

Se negli scavi si dovessero superare i limiti di progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito dall'Impresa e la stessa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in eccesso, utilizzando materiali e mezzi idonei. Comunque la Direzione Lavori avrà sempre la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di stabilire la sospensione e la limitazione dello scavo se lo riterrà necessario per la stabilità delle scarpate, specialmente nei periodi di pioggia.

L'Impresa dovrà eseguire, ove previsto dagli elaborati di progetto e/o richiesto dalla Direzione Lavori, scavi campione con prelievi di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).

Tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, installazione di opere provvisionali, etc.) dovranno essere adottate dall'Impresa per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate e non di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente danneggiate. L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.) al contenimento delle pareti degli scavi, in modo da proteggere contro ogni pericolo, gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature, in accordo a quanto prescritto negli elaborati di progetto ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi.

Essa sarà la sola ed unica responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntelli e sbadacchiature.

L'Impresa dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere alle fasi di lavoro successive. In caso di inosservanza, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Per l'esecuzione degli scavi e relativi trasporti di materiale, l'Impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla Direzione Lavori e non siano pregiudizievoli per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero deficitari e/o comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori in atto, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente, e ciò a sue spese senza che possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo con altre attività previste in cantiere essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

2.4.4. Materiali di risulta

I materiali provenienti dagli scavi in genere dovranno essere reimpiegati all'interno del cantiere per la formazione dei rilevati o di altre opere in terra. Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità e di caratterizzazione, eseguite a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori. I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente, per essere poi ripresi a tempo opportuno. I soli materiali inerti provenienti da demolizioni e ritenuti non idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, a discarica autorizzata.

2.4.5. Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione lavoro

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo planoaltimetrico (rilievo topografico) dell'area di scavo, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo, degli impluvi e displuvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica: t 15 cm rispetto alla quota di progetto:
- tolleranza planimetrica: t 25 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di scavo e di fondo

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo. Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo dei volumi di scavo. Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà lo scavo effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa. Si precisa che all'Impresa non verranno riconosciuti volumi di scavo maggiori di quelli previsti dalle quote di fondo scavo pur permettendo alla stessa le tolleranze planoaltimetriche indicate.

2.5. RILEVATI E RINTERRI

Con il termine "rilevati" vengono definite tutte le opere in terra che si innalzano sopra il piano campagna. Con il termine "reinterri" si intendono i lavori di riempimento degli scavi effettuati. In linea di massima i materiali da impiegare saranno specificati negli elaborati di progetto, ovvero indicati dalla Direzione Lavori.

2.5.1. Provenienza dei materiali

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, l'Impresa dovrà impiegare i materiali ritenuti idonei, provenienti dalle operazioni di scavo effettuate precedentemente e stoccati all'interno del cantiere. Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea, quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo a giudizio della Direzione Lavori alla costruzione dei rilevati. Saranno altresì considerati non idonei ciottoli o blocchi con dimensioni superiori ai 10 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle operazioni di scotico con alto contenuto di materiale organico, saranno utilizzati esclusivamente come terreno vegetale per inerbimento.

Qualora, una volta esauriti i materiali ritenuti idonei provenienti dagli scavi. occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati. l'Impresa potrà ricorrere al prelievo del materiale necessario da cave di prestito, previa autorizzazione della Direzione Lavori e della Committente.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Impresa dovrà eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto ogni 10.000 m3), avvertendo la Direzione Lavori sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

Sarà compito dell'Impresa prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite prove di qualificazione gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale. I risultati delle prove effettuate dall'Impresa dovranno essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori che si riserveranno nel giro di 15 giorni di esprimere il parere favorevole o contrario, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

2.5.2. Apertura e/o sfruttamento di cave di prestito

Lo sfruttamento della cava di prestito e/o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Impresa e precisamente:

- si assumerà tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti. nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- dovrà corrispondere le relative indennità ai proprietari delle cave;
- dovrà provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque che si dovessero raccogliere nelle cave stesse, evitando ristagni e danni alle proprietà circostanti;
- dovrà sistemare convenientemente le scarpate, in osservanza anche alla normativa vigente.

Le cave di prestito dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui. a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

2.5.2.1 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava

L'Impresa potrà formare, su delle opportune aree in cantiere assegnatele dalla Direzione Lavori o dalla Committente, dei depositi intermedi di accumulo di materiale per il riporto, se il recapito di tale materiale al cantiere dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera.

2.5.3. Prove di qualificazione del materiale

Prima di iniziare le operazioni di stesura degli strati di riporto, sarà a cura e spese dell'impresa verificare la rispondenza del materiale da impiegarsi con quelli progettuali richiesti. Il materiale che non risponderà ai requisiti richiesti dovrà essere miscelato con le frazioni mancanti fino all'ottenimento del fuso granulometrico corretto.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione dovranno avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far si che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si

procederà alla compattazione e dovranno essere presi provvedimenti tali che riportino il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

2.5.3.1 Materiale proveniente da scavi

Il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere sottoposto a prove di caratterizzazione e costipamento per verificarne l'idoneità. Le prove da effettuarsi a carico dell'Impresa alla frequenza indicata sono:

- n.1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m³ di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m³ di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard -metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione) con provini di grosso diametro (F> = 100 mm) per ogni 5.000 m3 di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato -metodo Proctor (ASTM D1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione) con provini di grosso diametro (F> = 100 mm) per ogni 5.000 m3 di materiale;

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

2.5.3.2 Materiale proveniente da cave di prestito

Per ogni campione di materiale naturale prelevato in cava, l'Impresa dovrà fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216), per ogni 1.000 m^3 di materiale;
- n. 1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m^3 di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m^3 di materiale;
- n.1 classificazione CNR, per ogni 5.000 m^3 di materiale
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard -metodo Proctor (ASTM 0698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione), per ogni 5.000 m^3 di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato -metodo Proctor (ASTM D 1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione), per ogni 5.000 m^3 di materiale.

2.5.4. Posa in opera

La posa in opera del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore altezza massima finita minore o uguale a 40 cm, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua e fino all'ottenimento degli spessori richiesti dal progetto, così come indicato negli elaborati grafici. Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si può

verificare durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale dovrà essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti il rilevato dovrà essere il più omogenea possibile. In particolare, si dovrà evitare di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita e/o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato un'elevata percentuale di vuoti), a strati di terre a grana più fine che, per effetto delle vibrazioni prodotte dai veicoli transitanti in aree limitrofe, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato. Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

La procedura di stesura e compattazione sarà così articolata:

- riporto e stesura del materiale con estensione degli strati, in direzione perpendicolare alla scarpata, la superficie di stesura di ciascuno strato sarà maggiore della sagoma di progetto del rilevato; la maggiore estensione orizzontale degli strati sarà tale da permettere la compattazione dell'intera sagoma di progetto e consentire la riprofilatura dello stesso con mezzi meccanici;

- compattazione di ciascun strato con estensione in direzione perpendicolare alla scarpata oltre la sagoma di progetto del rilevato di 0.5-2.0 m, cioè ad una distanza di 1.0-1.5 m dal bordo esterno del rilevato per garantire la sicurezza degli operatori;

- riprofilatura finale della parete partendo dall'alto verso il basso con mezzo meccanico per raggiungere la sagoma prevista.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa dovrà mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione), per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85 - 90 %, secondo il tenore e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato. La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato. Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Se nel rilevato dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire, a sua cura e spese, i lavori di ricarico.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore dovrà essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati. Nel caso in cui l'Impresa non raggiunga le caratteristiche di addensa mento richieste è tenuta a ridurre gli spessori di stesa o ad aumentare il numero di passate del rullo compattatore.

Si precisa che all'Impresa sarà riconosciuto solo il volume di riporto previsto dagli elaborati di progetto, rimanendo a sua cura e spese, la fornitura, la messa in opera e la compattazione di volumi maggiori di materiale.

2.5.5. Mezzi di compattazione

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime. Si prevede un numero minimo di 4 passate di rullo vibrante per il materiale costituente il corpo rilevato. il giusto numero di passate ed i mezzi idonei saranno definiti con la Direzione Lavori nella fase di lavorazione iniziale, valutando anche l'uso e l'opportunità di vibrare durante la compattazione. Qualora la densità in sito e le prove di carico su piastra non raggiungano i limiti previsti, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore. Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle minime.

2.5.6. Operazioni di compattazione

I rulli compattanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm. La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h. Le operazioni di compattazione. dovranno essere dirette da un capo squadra competente.

2.5.7. Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità: maggiore/uguale 90% della densità ottimale del Proctor Standard; modulo di deformabilità: ME maggiore/uguale 250 kg/cm^2 valutato tra 0.5 e 1.5 kg/cm2 (ottenuto tramite prove di carico su piastra).

2.5.8. Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo planoaltimetrico (rilievo topografico) del rilevato, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo e degli impluvi e displuvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori. Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica: t 15 cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica: t 25 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo. Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume del rilevato. Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà il rilevato effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa.

2.5.9. Modalità di mantenimento

L'Impresa dovrà mantenere, a sua cura e spese, la superficie in ottimo stato di conservazione fino all'esecuzione dell'attività successiva. Tramite apposite canalette si impedirà la corrivazione e/o il ristagno sulle superfici preparate. Sarà a cura e spesa dell'Impresa il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto.

2.6. CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE

2.6.1. Caratteristiche dei materiali da impiegare

2.6.1.1 Terre

Sono idonee al trattamento con calce le terre fini plastiche limo-argillose dei gruppi A6 e A7 con valori dell'indice plastico normalmente compresi tra 10 e 50, o anche superiori, così come del gruppo A5 quando di origine vulcanica od organogena; anche ghiaie limo-argillose identificabili come A2-6 e A2-7 possono essere convenientemente stabilizzate con calce quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI non inferiore al 35%.

La curva granulometrica deve rientrare all'interno del fuso riportato nella sottostante figura 1 (B.U. CNR n. 36).

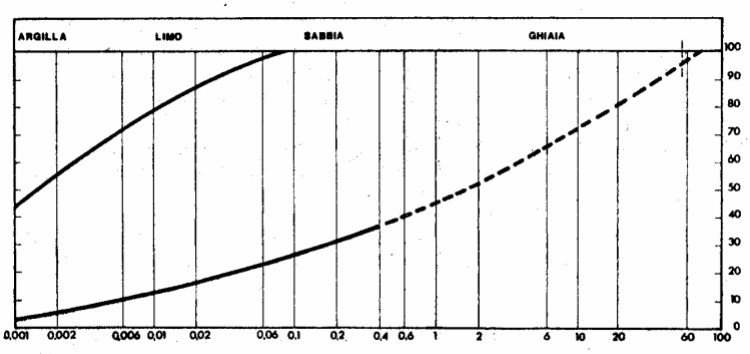


Fig. 1 – Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce

Il terreno dovrà presentarsi libero da vegetazione e da qualsiasi altro corpo estraneo, nonché da eventuali inclusioni di grossa pezzatura che potrebbero danneggiare la macchina impiegata nel processo di miscelazione.

2.6.1.2 Acqua

L'acqua eventualmente utilizzata per conferire agli impasti terra-calce il tenore di umidità ottima di costipamento e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione degli strati compattati deve essere dolce, limpida, esente da impurità dannose (olii, acidi, alcali, cloruri, solfati, materie organiche) e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terra-calce.

La sua provenienza deve essere definita e controllata prima e durante l'utilizzazione affinché sia verificata nel tempo la rispondenza alla Norma UNI 8981/7 secondo quanto disposto dalla norma UNI 9858.

2.6.1.3 Calce

I requisiti chimici e fisici delle calci utilizzabili nei trattamenti delle terre sono quelli indicati nella sottostante tabella I, ove i valori percentuali specificati si intendono in peso.

Tabella I

REQUISITO	CALCE VIVA	CALCE IDRATA
CO_2	≤ 5 %	-
(CaO+MgO) TOTALI	≥ 84 %	-
TITOLO IN IDRATI	-	≥ 85 %
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+SO_3$	≤ 5 %	≤ 5 %
PEZZATURA	≤ 2 mm	-
PASSANTE AL SETACCIO CON LUCE NETTA DA:	200 μm ≥ 90 %	90 μm ≥ 85 %

I requisiti saranno verificati con metodi chimici e fisici di analisi e controllo conformi a norme ufficiali italiane o di Paesi della Comunità Europea, specificati poi nei bollettini di laboratorio.

2.6.2. Macchinari

La scarificazione, la polverizzazione e la miscelazione della terra con la calce e l'acqua dovranno essere fatte con idonei macchinari atti a lavorare uniformemente il materiale (es. Pulvimixer).

La potenza delle macchine dovrà essere adeguata agli spessori degli strati da trattare e compatibile con la produzione giornaliera prevista.

I motolivellatori dovranno essere semoventi, preferibilmente con ruote gommate lisce e tali da non lasciare impronte marcate sulla superficie lavorata.

Gli spargitori di calce, se usati, dovranno assicurare una precisione di dosaggio secondo quanto ammesso dalla Direzione Lavori.

Le attrezzature costipanti (rulli a piastre, rulli lisci, rulli gommati) dovranno dare garanzie del raggiungimento dei valori di densità in sito stabiliti di seguito al capitolo 7.

I distributori d'acqua dovranno essere forniti di valvole a rapido disinnesto per la sospensione dell'erogazione e dovranno garantire una distribuzione uniforme e controllabile.

Tutti i macchinari dovranno essere sempre mantenuti efficienti e dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della stessa richiedere la sostituzione di attrezzature che non siano ritenute idonee.

2.6.3. Progetto delle miscele

2.6.3.1 Analisi preliminare delle terre

Per trattamenti di terre in sito si preleveranno campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m² e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato, la frequenza di campionamento sarà opportunamente incrementata.

La Direzione Lavori, anche in relazione ai risultati di prova che si otterranno dalle indagini seguenti, potrà richiedere ulteriori campionamenti del suolo e relativi esami.

Classificazione della terra

Determinazione della curva granulometrica per setacciatura, ed eventualmente per sedimentazione; la curva granulometrica ottenuta sarà confrontata con quella riportata nella precedente figura 1.

Determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico.

Determinazione del valore di blu di metilene VB.

Si prescrive un valore **VB** che sia > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di blu di metilene per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio da 0,25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla

Norma UNI 8520 parte 15ª (il valore di blu permette anche di classificare le terre secondo le norme francesi AFNOR NF P 11-300).

Determinazione del contenuto di sostanze organiche

Si prescrive per la frazione di terra passante al crivello da 20 mm un tenore inferiore al 4% in massa, determinato con metodo titrimetrico al bicromato di potassio secondo norma AFNOR NF 94-055.

*Determinazione della capacità stabilizzante della calce, d*efinibile anche come consumo iniziale di calce (di seguito indicato con **CIC**), ovvero della quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla.

Il valore **CIC**, determinato secondo norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1,5% come verifica di idoneità.

Per cantieri di media ed elevata importanza si deve perfezionare l'indagine conoscitiva con gli esami di seguito riportati.

Determinazione del contenuto di solfati, la cui reazione con la calce ne determina un consumo supplementare e che potrebbero dare origine a composti espansivi. Si prescrive un contenuto percentuale di SO3 inferiore al 4% in massa, riferito a tutta la terra, determinato in conformità alla norma UNI 8520 parte 11ª.

*Esame diffrattometrico, p*er accertare la natura dei minerali argillosi con o senza reticoli espandibili.

*Esami di microscopia ottica***,** per l'identificazione di eventuali minerali silicei amorfi reattivi con la calce.

2.6.3.2 Studio della miscela di progetto

Note e accettate dalla Direzione Lavori le caratteristiche delle terre si procede allo studio della miscela o delle miscele di progetto, le quali dovranno essere poi approvate dalla Direzione Lavori che potrà richiedere indagini supplementari rispetto a quelle di seguito descritte.

Si considerano i due casi rispettivamente della **bonifica** in sito delle terre, per la costituzione dei piani di posa e dei rilevati, e della **stabilizzazione** completa delle terre, per la realizzazione di sottofondazioni, fondazioni e basi con miscelazione o in sito o in centrale di confezionamento.

Bonifica delle Terre

Per la bonifica dei terreni in sito o provenienti da **scavo-riporto**, o da cave di **prestito** impiegati per **rilevati** di altezza superiore al metro, si prescrive:

Determinazione del contenuto di acqua naturale Wn dei terreni da trattare.

Definizione della curva Proctor Standard AASHTO T 99, Metodo D, della terra naturale e **determinazione dell'indice di portanza immediata IPI** alle diverse umidità, per valutare la capacità portante del terreno non saturo in prossimità delle condizioni di umidità naturale (l'indice di portanza immediato IPI di un suolo esprime il valore dell'indice di portanza CBR misurato **senza sovraccarico** né imbibizione in acqua su un provino di terra compattata con energia Proctor standard; v. anche NF P 94-078).

Determinazione dell'IPI per almeno tre diverse miscele terra-acqua-calce, partendo dal CIC+0,5% in su, compattate conformemente all'AASHTO T 99, Metodo D, e con umidità pari all'ottimo oppure pari al valore

Wn previsto al momento delle lavorazioni; si ricerca la minima percentuale di calce che consenta di ottenere su ciascuno di tre provini il valore IPI > 10.

Determinazione del grado di rigonfiamento unitario di volume Rv su provini con maturazione accelerata.

Tre provini per ogni formulazione caratterizzata da IPI > 10, compattati secondo AASHTO T99 metodo A, in stampi con diametro di 102 mm, sono tenuti per 76 ore in ambiente climatizzato a 20±1°C e con U.R. > 95% e poi per 7 giorni in acqua a 40±1°C. Il volume finale dei provini, determinato mediate pesata idrostatica, dovrà aumentare non più del 5% rispetto al volume iniziale dopo sformatura

Sono idonee all'impiego le miscele aventi contemporaneamente: IPI > 10 e Rv < 5%.

Stabilizzazione delle Terre

Le formulazioni da impiegare sia in rilevati di altezza inferiore a un metro, sia in sottofondazioni, fondazioni e basi sono definite come segue:

Determinazione del grado di rigonfiamento unitario R e dell'indice CBR, secondo CNR-UNI 10009, per almeno tre diverse miscele terra-calce con diversificati contenuti d'acqua, partendo dal CIC+1% in su, impiegando provini compattati conformemente ad AASHTO Mod T180, Metodo D, preventivamente maturati per 21 giorni a 20±1°C e U.R. > 95% e poi per 7 giorni in acqua a 20±1°C.

Sono idonee all'impiego le miscele aventi contemporaneamente: CBR > 50 e R < 1% nel caso di impiego in rilevati e sottofondazioni e CBR > 80 e R < 0,5% nel caso di fondazioni e basi.

Resistenza a compressione Rc e a trazione Rt, da eseguire in parallelo alle predette prove CBR.

Partendo dal tenore di acqua di impasto ottimo, dedotto dalle sperimentazioni del precedente punto, si confezionano provini in stampi apribili CBR, impiegati per i misti cementati, compattando secondo AASHTO Mod. T180, metodo D; questi saranno poi avvolti in pellicola di polietilene e preventivamente sottoposti a un periodo di maturazione di 28 giorni in ambiente climatizzato alla temperatura di 20±1°C e con U.R. > 95%.

Sono idonee all'impiego le miscele che forniscono i valori seguenti:

- per sottofondazioni e fondazioni: Rc > 1,5 MPa; Rt > 0,15 MPa

- per basi e per le ghiaie limo-argillose: Rc > 2,5 MPa; Rt > 0,25 MPa

- per materiali in opera soggetti a gelo-disgelo: Rc come sopra indicato; Rt > 0,25 MPa, su provini sottoposti a un tempo di maturazione tecnicamente ed economicamente compatibile con l'avvento del gelo.

2.6.4. Posa in opera

Con piogge persistenti o con rischio di gelo per il terreno sarà necessario sospendere le lavorazioni di seguito illustrate.

2.6.4.1.Posa in opera di miscele lavorate in sito

Condizioni essenziali per ottenere un buon risultato sono: un'adeguata polverizzazione della terra, un'intima e omogenea mescolazione della calce e un valore di umidità della miscela prossima a quella ottimale della miscela di progetto.

Preparazione del suolo e determinazione dell'umidita'

La preparazione del suolo comprende l'asportazione dello strato più superficiale, con lo scopo di eliminare la vegetazione e la terra più ricca di humus; può inoltre essere necessario scarificare la terra, al fine di dissodarla e predisporla al trattamento, e togliere gli elementi lapidei di dimensioni eccessive.

Si procederà poi alla determinazione dell'umidità naturale della terra da trattare e, a seconda del valore trovato, la si erpicherà e la si arieggerà per favorire l'evaporazione dell'acqua, quando essa sia in forte eccesso rispetto al valore ottimale della miscela di progetto.

Approvvigionamento della calce

La calce può essere approvvigionata sia sfusa sia in sacchi di carta, normalmente in relazione rispettivamente a piccole o a grandi dimensioni dell'opera.

La calce sfusa sarà consegnata con automezzi che ne consentano lo scarico pneumatico.

La quantità di calce disponibile deve essere sufficiente ad assicurare almeno due giorni di piena operatività del cantiere.

Nel caso di approvvigionamento allo stato sfuso, in cantiere la calce sarà stoccata in appositi sili; nel caso dei sacchi questi saranno stoccati al coperto, al riparo da umidità, pioggia e ristagni d'acqua.

Dosaggio, spandimento della calce e relativo controllo

In cantiere il dosaggio è riferito al metro quadrato di suolo da trattare; per ottenere il dosaggio in kg/m², a partire dal dosaggio in percentuale stabilito in laboratorio con riferimento al suolo secco, bisogna conoscere la densità secca in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione.

Non si spargerà la calce in polvere in giornate di forte vento, capace di sollevarne una parte, in relazione sia alla sicurezza del personale di cantiere sia alla precisione del dosaggio; inoltre si spargerà la calce solo sulla superficie che potrà essere lavorata in giornata, ciò per evitare sia l'asportazione della calce dagli agenti atmosferici sia il fenomeno della parziale carbonatazione.

Nel caso della calce sfusa, il controllo della quantità distribuita è effettuato posizionando un telo quadrato con superficie di 1,0 m² sul terreno prima del passaggio della macchina spargicalce e pesando poi la calce su di esso depositata a passaggio avvenuto (allo scopo risulta utile dotarsi di teli con occhielli ai quattro vertici e di una bilancia a dinamometro con gancio).

Controllando poi l'effettiva profondità della successiva miscelazione nel suolo naturale (come indicato al successivo par. 6.1.4) si può calcolare il dosaggio effettivamente praticato.

Nel caso di utilizzo di calce in sacchi, questi devono essere posizionati lungo il tracciato secondo un reticolo regolare, con passo facilmente calcolabile.

I sacchi posizionati sul suolo sono tagliati a metà con un coltello e svuotati formando tanti piccoli mucchi; i sacchi vuoti devono essere allontanati.

La calce è poi livellata manualmente con rastrelli o per mezzo di attrezzi dotati di dischi a dente o a punte trainati da trattori o autocarri; generalmente due passaggi sono necessari per un'uniforme distribuzione.

Polverizzazione e miscelazione

La polverizzazione e la miscelazione devono essere attuate con diverse passate di idoneo macchinario (es.: Pulvimixer), fino a quando la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadra da 25 mm e almeno per il 60% al setaccio ASTM E 11 da 4 mesh (con luce netta di maglia da 4,75 mm).

E' importante che la potenza della macchina miscelatrice sia scelta proporzionalmente allo spessore dello strato da trattare e alla produzione giornaliera desiderata.

Quando necessario, durante o dopo la miscelazione si irrorerà la terra trattata con acqua fino a farle raggiungere il tenore ottimale per la successiva compattazione.

Terminata la miscelazione, scavando un pozzetto a tutto spessore ogni 300 m² di superficie lavorata si controllerà:

- l'omogeneità della miscela, osservando il suo colore che dovrà apparire uniforme sia nello stato tal quale sia dopo spruzzaggio di soluzione alcolica di fenolftaleina all'1% che impartirà colorazione rossastra;

- con metodo celere, l'umidità di un campione della miscela estratta;

- l'effettiva profondità di lavoro della macchina miscelatrice (che ha operato sul suolo naturale) misurata rispetto a riferimenti esterni precedentemente predisposti.

Al termine dei controlli precedenti, qualora la superficie dello strato si mostri irregolare, per un'ottimizzazione della successiva compattazione, si procederà a un livellamento con grader o altra macchina adatta allo scopo.

Compattazione finale

Lo strato di terra trattata deve essere compattato senza ritardi dopo la miscelazione, successivamente comunque al completamento della reazione esotermica di spegnimento nel caso di utilizzo della calce viva, e dopo la verifica che il tenore di umidità sia prossimo all'ottimo.

Il completo spegnimento della calce viva richiede un tempo variabile in funzione della temperatura e dell'umidità del suolo; normalmente, con temperatura del suolo non troppo bassa, 2 o 3 ore di maturazione della miscela sono sufficienti allo scopo.

Nella costruzione di rilevati multistrato è molto importante procedere a fronte chiuso, completando in giornata le operazioni di miscelazione e compattazione e sovrapponendo la terra da trattare il giorno successivo; con ciò si minimizza la possibile reazione di carbonatazione e si attua una protezione adeguata degli strati in maturazione.

Quando le dimensioni del lavoro sono tali da giustificare l'esecuzione di un tratto sperimentale di prova, si devono predisporre diversi schemi di rullatura con rullo a piastre, seguito da rullo metallico liscio e/o rullo gommato, effettuando un campo prova per determinare la combinazione ottimale e più economica di mezzi, passate e velocità di avanzamento, per il conseguimento del grado di addensamento prescritto.

Maturazione dopo rullatura

Poiché la resistenza e la stabilità dimensionale di una terra stabilizzata dipende anche da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante il quale l'umidità ottima di compattazione deve restare il più possibile costante, immediatamente dopo il completamento dell'ultimo strato costipato e sagomato si stenderà o uno strato di 3-4 centimetri di sabbia bagnata (da asportare alla fine del periodo di maturazione) o un velo protettivo di bitume liquido BL 350-700 (B.U. CNR n. 7) in ragione di 1 kg/m² o di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (B.U. CNR n. 3) in ragione di 1,8 kg/m². La durata del periodo di maturazione, solitamente fino a sette giorni, sarà indicata dalla Direzione Lavori, anche in relazione alle esigenze di cantiere e al tipo di traffico previsto transitare sullo strato finito.

2.6.4.2.Posa in opera di miscele preparate in centrale

Rispetto alla miscelazione in sito, le operazioni variano per le modalità di stesa della miscela che sarà eseguita con finitrice o livellatrice, o altro sistema accettato e approvato espressamente dalla Direzione Lavori per lo spessore richiesto dal progetto.

Per quanto riguarda l'asportazione preliminare dello strato di terra vegetale, le caratteristiche granulometriche della miscela e le operazioni successive alla stesa di questa valgono le disposizioni indicate per le lavorazioni in sito.

2.6.4.3 *Giunti di lavoro*

Nei giunti di lavoro trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nella quali il contenuto di calce, lo spessore e la compattazione risultino insufficienti.

I tagli dovranno essere effettuati opportunamente al mattino seguente, nello strato indurito, in modo da presentare una superficie verticale, per evitare corrispondentemente possibili fessurazioni successive.

Nella posa in opera di miscele preparate in centrale si può inserire una tavola da rimuovere il giorno seguente.

Ogni tronco di lavoro dovrà eseguirsi per la sua intera larghezza in un solo tempo, per avere giunti di lavoro longitudinali sempre chiusi; in caso contrario potrebbero successivamente prodursi fessure longitudinali nel manto bituminoso.

2.6.5. Controlli

In fase esecutiva l'Impresa dovrà predisporre un accurato programma dei lavori, che consenta alla Direzione Lavori di definire un programma di prove di controllo giornaliero degli strati lavorati.

2.6.5.1 Verifica del grado di compattazione

Trattamenti di bonifica nella costruzione di piani di appoggio e dei rilevati

E' prescritta una misura di densità in sito secondo B.U. CNR n. 22 ogni 1000 m² di strato compattato e comunque almeno due misure per ogni giornata lavorata, rilevando un valore uguale o superiore al 95% della densità massima Proctor standard ottenuta per la stessa miscela del sito, compattata in laboratorio secondo AASHTO T99; le densità in sito e in laboratorio saranno determinante durante la stessa giornata lavorativa.

Trattamenti di stabilizzazione completa nella costruzione di rilevati, di strati di sottofondazione e della sovrastruttura

E' prescritta una misura di densità in sito secondo B.U. CNR n. 22 ogni 1000 m² di strato compattato e comunque almeno due misure per ogni giornata lavorata, rilevando un valore uguale o superiore al 92% della densità massima Proctor modificata ottenuta per la stessa miscela del sito compattata in laboratorio secondo AASHTO Mod.T180; le densità in sito e in laboratorio saranno determinate durante la stessa giornata lavorativa.

2.6.5.2 Verifica della resistenza alle sollecitazioni meccaniche e ai rigonfiamenti in acqua

Trattamenti di bonifica

E' prescritto il prelievo di un campione di miscela dal sito, interessando tutto lo spessore dello strato trattato con calce, ogni 1000 m² di strato compattato, e comunque almeno uno per ogni giornata lavorata, e la preparazione di due provini secondo CNR-UNI n. 10009, punto 3.2.1, compattati secondo AASHTO Mod T180 e tenuti a maturare in aria per tre giorni a 20±1°C e U.R. > 95% e poi in acqua per quattro giorni a 20±1°C. I valori medi dell'indice CBR e di rigonfiamento dei due provini dovranno essere rispettivamente maggiori di 20 e inferiori all'1,5%.

Quando la Direzione Lavori lo riterrà opportuno si verificherà la resistenza meccanica anche attraverso la misurazione del modulo di deformazione Md, determinato con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n. 146 del 14.12.1992 - Norme svizzere VSS-SNV 670317).

I valori accettabili sono quelli indicati al successivo paragrafo 2.6.5.3

Trattamenti di stabilizzazione completa

Si richiedono i risultati seguenti relativamente alle prove CBR, determinate con coppie di provini preparati come indicato al precedente punto 2.6.3.2 con la medesima frequenza e criterio ivi indicati:

a) per le sottofondazioni: CBR > 30 e RIGONFIAMENTO < 1,0%;

b) per le fondazioni e basi: CBR > 50 e RIGONFIAMENTO < 0,5%

Si richiedono i risultati seguenti relativamente alle prove di compressione e di trazione:

E' prescritto il prelievo di un campione di miscela sciolta dal sito per ogni 1000 m² di strato compattato, e comunque uno per ogni giornata lavorata, e la preparazione di tre provini in stampi apribili secondo B.U. CNR n. 29, compattati secondo AASHTO Mod.180, e maturati a 20±1°C e con U.R. > 95%; i valori di Rc e Rt ottenuti saranno mediati tra loro per ottenere il risultato di prova.

a) per le sottofondazioni:

Rc(7) > 0,50 MPa Rt(7) >0,03 MPa, a 7 giorni di maturazione

b) per le fondazioni :

Rc(7) > 1,0 MPa Rt(7) >0,10 MPa, a 7 giorni di maturazione

Rc(28) > 1,5 MPa Rt(28) >0,15 MPa, a 28 giorni di maturazione

c) per le basi:

Rc(7) > 1,5 MPa Rt(7) >0,15 MPa, a 7 giorni di maturazione

Rc(28) > 2,5 MPa Rt(28) >0,25 MPa, a 28 giorni di maturazione

Quando la Direzione Lavori lo riterrà opportuno si verificherà la resistenza meccanica anche attraverso la misurazione del modulo di deformazione Md, con lo stesso criterio definito al precedente punto.

2.6.5.3 Determinazione del modulo di deformazione

Se richiesto dalla Direzione Lavori, con frequenza di una prova ogni 1000 m² di superficie compattata e comunque di una per ogni giornata lavorata, si determinerà il valore del modulo di deformazione Md secondo B.U. n. 146 del 14.12.1992.

I valori accettabili sono i seguenti:

- per strati di bonifica con rilevati di altezza superiore a un metro, nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm², Md 15 N/mm²;

- per strati di bonifica con rilevati di altezza inferiore a un metro e per strati costituenti il corpo del rilevato, con esclusione degli ultimi trenta centimetri, nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm², Md 20 N/mm²;

- per l'ultimo strato del corpo del rilevato, per strati di sottofondo e per piani di posa della sovrastruttura in trincea, nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm² e 0,25 N/mm², Md 50 N/mm²;

- per strati di base della sovrastruttura stradale, nel ciclo di carico compreso tra 0,25 N/mm² e 0,35 N/mm², Md 80 N/mm².

2.6.5.4 Laboratorio

L'Impresa dovrà indicare alla Direzione Lavori il Laboratorio geotecnico che svolgerà tutte le prove precedentemente indicate.

Il Laboratorio dovrà essere altamente qualificato e dotato di aggiornati certificati di taratura delle apparecchiature utilizzate nel corso delle prove, così come richiesto dalla norma CEN 24009 per il controllo qualità.

Il Laboratorio dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori dopo un suo sopralluogo per la verifica della corretta rispondenza ai requisiti richiesti.

Qualora l'operato del Laboratorio non si dimostrasse affidabile la Direzione Lavori ne chiederà la sostituzione con altro da sottoporre a preventiva accettazione.

3. VIABILITÀ E PIAZZALI

3.1. PISTE PROVVISORIE

Si dovrà realizzare una rete di viabilità interna provvisoria lungo il percorso dei diaframmi, delle trincee drenanti e dei percorsi delle tubazioni.

A tal fine si dovranno realizzare le seguenti opere:

Regolarizzazione del piano del fondo stradale con rimozione dello strato superficiale di uno spessore medio di 0,20 m;

Piano carrabile in misto granulare stabilizzato con legante naturale per uno spessore medio di 0,25 m.

3.2. VIABILITÀ INTERNA

Si dovrà realizzare una rete di viabilità interna di collegamento tra il cancello d'ingresso ed il piazzale del T.A.F. e dell'area di stoccaggio provvisorio.

A tal fine si dovranno realizzare le seguenti opere:

Regolarizzazione del piano del fondo stradale con rimozione dello strato superficiale di uno spessore medio di 0,20 m;

Formazione di rilevato ;

Telo in HDPE spessore 2mm ;

Geotessuto 200 g/m^2 ;

Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale;

Misto granulare stabilizzato con legante naturale per uno spessore medio di 0,30 m;

Strato di base bitumato spessore 0,10 m ;

Binder spessore 0,07 m;

Manto di usura spessore 0,03 m;

3.3. PIAZZALI

I piazzali carrabili devono essere realizzati sull'area interessata dall'Impianto di Trattamento Acque di Falda, Uffici ed impianti ausiliari con esclusione della viabilità delle piazzole di stoccaggio e caratterizzazione materiali.

Essi sono parte essenziale del sistema di messa in sicurezza dell'area in quanto vengono a costituire il "capping" superficiale della medesima area.

A tal fine si dovranno realizzare le seguenti opere:

Regolarizzazione del piano del fondo stradale con rimozione dello strato superficiale di uno spessore medio di 0,20 m;

Formazione di rilevato con argilla stabilizzata con calce per uno spessore di 0,40 m ;

Telo in HDPE spessore 2mm ;

Geotessuto 200 g/m^2;

Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale per uno spessore medio di 0,30 m;

Strato di base bitumato spessore 0,10 m ;

Binder spessore 0,07 m;

Manto di usura spessore 0,03 m;

4. ACQUE METEORICHE

Le acque meteoriche dovranno essere intercettate da una canaletta di CLS vibrato perimetrale alle piazzole ed alle strade di servizio dell'area di stoccaggio. Lungo la viabilità di accesso principale saranno previsti fossi di guardia non rivestiti. Gli attraversamenti saranno realizzati con tubazioni di polipropilene corrugato DN 630 mm, classe di rigidità SN 16 kN/cm^2 protette da lastre di ripartizione di CLS.

5. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI

5.1. GENERALITÀ

L'Impresa dovrà provvedere ad elaborare il progetto esecutivo ed alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, secondo le specifiche e nei termini di tempo indicati dal bando e dal disciplinare di gara.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 14/1/2008.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge del 5/11/1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 14/01/2008 e successivi aggiornamenti). Per le specifiche, prestazioni, produzione e conformità del calcestruzzo l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI EN 206-1 :2006 "Calcestruzzo -Specificazione, prestazione, produzione e conformità". In particolare tale norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali per edifici e strutture di ingegneria civile.

Gli elaborati oggetto di deposito, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori;

b) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua - cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge;

pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

5.2. COMPONENTI

a) Cemento

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti previsti dalla Legge 26/05/1965 n. 595 ed essere conformi alla norma UNI EN 197-1 :2001 "Cemento -Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni". Essi sono raggruppati in cinque tipi principali come segue:

- CEM I: cemento Portland;
- CEM II: cemento Portland composito;
- CEM III: cemento d'altoforno;
- CEM IV: cemento pozzolanico;
- CEM V: cemento composito.

In particolare il cemento da impiegarsi per realizzare opere impermeabili verso l'esterno (quali pozzi, vasche di raccolta acque di prima pioggia, platee di fondazioni, etc.) dovrà avere caratteristiche conformi anche alle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" del D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968 e D.M. 31/08/1972 ed aggiornamenti successivi. In caso di ambienti chimicamente aggressivi, l'Impresa deve far riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 9156:1997 "Cementi resistenti ai solfati. Classificazioni e composizione";
- UNI EN 197-2:2001 "Valutazione della conformità";
- UNI 8981-1: 1999 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo Definizioni ed elenco delle azioni aggressive"
- UNI 9606:1997 "Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione".

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione precedentemente richiamare. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far

controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

b) Inerti

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate; inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno da luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulo metrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm dilato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copri ferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

c) Acqua

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate per l'acqua per gli impasti della norma UNI EN 1008:2003 "Acqua d'impasto per il calcestruzzo. Specifiche di campiona mento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

d) Additivi

La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

5.3. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nel cap. 11 del DM 14/1/2008.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica Rck ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata e verranno applicate le relative detrazioni dall'importo contrattuale a corpo.

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 14 febbraio 1992 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;

b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m2; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;

2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;

3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;

4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;

5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72).

5.4. CONFEZIONE

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in

maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

5.5. TRASPORTO

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

5.6. POSA IN OPERA

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'impresa.

5.7. STAGIONATURA E DISARMO

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M. 14 febbraio 1992.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

5.8. GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone pliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

5.9. PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.

L'impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nel prezzo a corpo e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i facimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

5.10. MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE

(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici) (D.M. 14 gennaio 2008)

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del

manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

5.11. CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'Amministrazione, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

5.12. PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI

Si richiama quanto è stato prescritto nelle "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di provvedere ad elaborare il progetto esecutivo ed alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, secondo le specifiche e nei termini di tempo indicati dal bando e dal disciplinare di gara.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi di cantiere, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto e relativo importo di contratto a corpo.

5.13. INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedano.

5.14. ACCIAIO PER C.A.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni". (S.O. alla G.U.R.I. n. 29 del 04.02.2008) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Gli acciai inox per armatura di c.a. ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle normative AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio (L = low carbon) per garantire la saldabilità.

Le caratteristiche meccaniche dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare esplicativa (rispettivamente G.U. n.29 del 2

febbraio 2008 e G.U. n. 47 del 26 fabbraio 2009) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

l tipo di acciaio cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è il B450C.

Modalità di prelievo ed unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armatura di c.a..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 14 gennaio 2008.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t. max; ogni partita minore di 25 t. deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t., spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M. 14 gennaio 2008.

6. SOVRASTRUTTURA STRADALE

(Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)
(Trattamenti superficiali)

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.
Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori Ufficiali; per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

6.1. STRATI DI FONDAZIONE

a) Fondazione in misto granulare.

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Caratteristiche del materiale da impiegare.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65.

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);

6) indice di portanza CBR (2), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +- 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Studi preliminari.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

1) ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

2) ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

Modalità esecutive.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (1).

Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,2 N/mm2, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm2.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

b) Fondazione in misto cementato.

Descrizione.

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

_____

(1) - AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:
dr = di Pc (100 - x)
100 Pc - xdi
dove:
dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASIIO modificata determinata in laboratorio;
di = densità della miscela intera;
Pc, = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;
x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.
La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.
In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm)

_____

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Inerti.

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	72÷90
Crivello 15	53÷70
Crivello 10	40÷55
Crivello 5	28÷40
Setaccio 2	18÷30
Setaccio 0,4	8÷18
Setaccio 0,18	6÷14
Setaccio 0,075	5÷10

3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;

4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;

5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5% fino al passante al crivello 5 e di ±2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante.

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm3); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm2 e non superiori a 4,5 N/mm2 ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (1) non inferiore a 0,25 N/mm2. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media

di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

d) Preparazione.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m3 di miscela.

e) Posa in opera.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C ÷ 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della

_____

(1) Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:
$\sigma 2 = \frac{2P}{\pi dh}$.
con:
$\sigma 2$= resistenza trazione in N/mm2;
P = carico di rottura in Kg;
d = diametro del provino cilindrico in cm;
h = altezza del provino cilindrico in cm.

_____

ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

f) Protezione superficiale.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione .

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota (1) al punto **a)** di questo paragrafo, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 + 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m3 di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre +- 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm2 per la compressione e 0,25 N/mm2 per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

6.2. STRATO DI BASE

a) Descrizione.

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate dalle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

b) Materiali inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;

- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

c) Legante.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 ÷ 80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e ÷ 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 550\,v}{u + 50\,v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla - anello" in °C (a 25°C);

v= log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.)

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2	20÷40
Setaccio 0,4	6÷20
Setaccio 0,18	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

e) Controllo dei requisiti di accettazione.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ±5% e di sabbia superiore a ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,3%.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidezza Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

f**) Formazione e confezione delle miscele.**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

g) Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m2.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di auto livellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa di dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 1300C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

6.3. STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

a) Descrizione.

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. i delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

b) Materiali inerti.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV

delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R.n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm2, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nei caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel - Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Legante.

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscele.

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 + 100
Crivello 10	50+80
Crivello 5	30+60
Setaccio 2	20+45
Setaccio 0,4	7+25
Setaccio0,18	5+15
Setaccio 0,075	4 + 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una

percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70÷100
Crivello 5	43 ÷ 67
Setaccio 2	25÷5
Setaccio 0,4	12÷24
Setaccio 0,18	7 ÷15
Setaccio 0,075	6÷ 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 600C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-.6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

e) Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

f) Formazione e confezione degli impasti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per Io strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g) Attivanti l'adesione.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;

2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

6.4. TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

a) Trattamento con emulsione a freddo.

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm3 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm3 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benestare da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

b) Trattamento con bitume a caldo.

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno I Kg/m2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari saranno eseguiti, con la stessa tecnica, a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m3 1,20 per 100 m2, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

c) Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo VII delle norme del 1957 del C.N.R.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m2 previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà alla sparsa della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto della sparsa, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Appaltatore provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

7. DIAFRAMMI

7.1. GENERALITÀ

Il barrieramento della falda avverrà mediante la realizzazione di un diaframma di cinturazione laterale delle seguenti caratteristiche:

Diaframmi plastici dello spessore minimo di 800 mm e di 1000 mm, aventi permeabilità non superiore a $1x10^{-9}$ cm/sec eseguiti con l'impiego di attrezzatura speciale tipo CSM (cutter soil mixing).

L'attrezzatura CSM è dotata di due coppie di corone fresanti (munite di denti in Widia opportunamente disposti) le quali ruotano in senso inverso nel piano verticale frantumando il terreno e contemporaneamente mescolandolo con miscela cementizia in pressione. La miscela plastica, costituita da acqua, cemento, bentonite e additivi speciali, è prodotta in apposito impianto di confezionamento, miscelazione, pompaggio e relativo stoccaggio. Il dosaggio della miscela iniettata in fase di trattamento, non deve comunque risultare inferiore a 500 l/mc di terreno trattato con una quantità di cemento garantita non inferiore a 400 kg/mc di terreno trattato ed un rapporto bentonite/cemento di circa 0,1. Definiti i dosaggi delle miscele da utilizzare attraverso un adeguato campo prove, le prove da eseguire saranno:

- prova viscosità in cono di Marsh con valori inferiori a 55 sec. (da eseguire in cantiere);
- prova di compressione ad espansione laterale libera (i valori accettabili sono: limite inferiore 40 KPa, limite superiore 300 KPa) da effettuare su campioni cilindrici con dimensioni non inferiori a diam. 100 mm e altezza 200 mm, maturati in 28 gg.;
- prova di permeabilità in cella triassiale con valori non superiori a $5x10^{-10}$cm/sec da effettuare su campioni cilindrici con dimensioni non inferiori a diam. 100 mm e altezza 200 mm, maturati in 7, 14 e 28 gg.

Una ulteriore prova sulla miscela terreno/cemento dovrà essere campionata dal reflusso del pannello in fase esecutiva o da campioni presi a profondità diverse nel pannello stesso.

Sono compresi gli oneri per:

- esecuzione di pannelli di almeno 240 cm di lunghezza accostati in successione alternata tra primari e secondari;
- la fresatura del terreno miscelato dei pannelli primari lunghe le superfici verticali di contatto con i pannelli secondari;
- la predisposizione di una procedura operativa che precisi le metodologie esecutive, di controllo e di verifica preliminare ed in corso d'opera, che dovrà essere approvata dalla direzione lavori prima dell'inizio dei lavori;
- l'esecuzione, nel corso dei lavori, delle prove e delle verifiche sui fanghi di perforazione e sulle miscele da impiegarsi per la realizzazione della diaframmatura plastica;
- la sovrapposizione di 30 cm tra i pannelli secondari e primari prevista nel progetto, al fine di realizzare idonea continuità della paratia assicurando l'impermeabilità della stessa;
- il controllo della fresatura, della verticalità, della complanarità dei pannelli in corso d'opera mediante un sistema di rilevatori;
- la gestione del refluo all'interno del cantiere.

7.2. IMPIANTO E SMOBILITAZIONE DEL CANTIERE

Le attività di impianto e smobilitazione cantiere per la formazione dei diaframmi comprendono, in via indicativa e non esaustiva:

- la preparazione ed il controllo accurato delle attrezzature prima dell'invio al cantiere in oggetto;
- la fornitura dell'attrezzatura necessaria all'esecuzione dell'opera e tutti gli oneri di manodopera e mezzi per il carico delle stesse sugli automezzi per il trasporto al cantiere;
- i diritti per l'impiego di eventuali attrezzature e sistemi brevettati;
- tutti i mezzi necessari allo scarico, movimentazione ed installazione delle attrezzature nell'ambito del cantiere, nonché il successivo smontaggio e carico delle stesse su idonei automezzi;
- la fornitura della manodopera ed i tecnici specializzati (Assistente di cantiere, ingegnere direttore di cantiere, responsabile qualità), il vitto, l'alloggio, i viaggi A/R del personale, il carburante, gli oli ed ogni altro materiale necessario all'allestimento completo e funzionante dell'impianto cantiere a regola d'arte;
- la messa a disposizione di tecnici per il controllo dell'impianto e l'allestimento della fresa, compreso il vitto, l'alloggio e le spese di viaggio;
- i viaggi in andata e ritorno dal cantiere delle attrezzature ed i permessi per i carichi eccezionali;
- l'installazione dei baraccamenti, delle attrezzature necessarie alle lavorazioni;
- la formazione di eventuali basamenti in c.a. per l'installazione dell'impianto di confezionamento, miscelazione, pompaggio e stoccaggio delle miscele plastiche per l'esecuzione della diaframmatura produzione delle miscele e dei vasconi di stoccaggio delle stesse e dell'acqua per il loro confezionamento, nonché la loro successiva demolizione compreso il carico, trasporto e smaltimento a discarica del materiale di risulta dalle demolizioni stesse;
- il nolo di generatore di energia elettrica in ragione di 120 kw;
- la fornitura di serbatoi di accumulo di acqua di capienza sufficiente a garantire l'apporto di acqua all'impianto di miscelazione;
- la manutenzione periodica, ordinaria e straordinaria di tutte le attrezzature in maniera da garantire costantemente la perfetta efficienza, compresa la fornitura ed il reintegro delle parti di ricambio danneggiate od usurate nonché il mantenimento in cantiere di idoneo set di ricambi;
- i tracciamenti ed individuazione a tergo delle trincee guida, con idonei picchetti in ferro, del centro di ogni pannello;
- gli oneri per il completo smontaggio, carico e trasporto fuori dall'area di cantiere di tutti i macchinari e le attrezzature utilizzate per la formazione di diaframma in terreno consolidato
- e tutto quant'altro necessario a rendere la prestazione a regola d'arte.

7.3. CAMPO PROVA PER DIAFRAMMA

L'esecuzione dei diaframmi sarà preceduta dalla realizzazione di un campo prova in sito per la determinazione dei parametri di iniezione e della composizione della miscela.
Il tipo di cemento e di bentonite dovrà essere scelto in base alle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni.
Il campo prova avrà la funzione primaria di misurare la permeabilità ottenuta in sito e pertanto si dovranno confezionare preventivamente miscele con diversi rapporti in peso dei costituenti (acqua, cemento, bentonite e additivi) e su questi eseguire prove di laboratorio; in particolare i controlli consistono:

sulla miscela di iniezione:

a. viscosità Marsh
b. densità
c. PH del latte di bentonite
d. prelievo di provini per prove di compressione e permeabilità a 7, 14 e 28 gg.

sul materiale di spurgo:

a. misura del volume del materiale di spurgo
b. viscosità Marsh
c. densità

d. prelievo di provini per prove di compressione e permeabilità a 7, 14 e 28 gg.

sul terreno consolidato

a. esame diretto mediante scavi di ispezione
b. carotaggi con prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio in particolare per determinare la resistenza a compressione e la permeabilità a 7, 14 e 28 gg.

Durante l'esecuzione del campo prova si dovrà acquisire la registrazione dei parametri di iniezione mediante sistemi elettronici di cui dovrà essere dotata l'attrezzatura.
I parametri da registrare saranno:

- profondità dell'utensile
- portata e volume totale della miscela pompata
- pressione della miscela in mandata all'ugello
- pressione interna allo scavo dell'insieme miscela-terreno
- diagramma volume di miscela pompato – tempo
- diagramma volume di miscela pompato – profondità
- deviazione dalla verticale dell'utensile di scavo su due assi
- velocità di rotazione delle ruote fresanti
- pressione dell'olio idraulico nei motori delle ruote.

La realizzazione del campo prova comprende in via indicativa e non esaustiva:

- l'impianto cantiere, compreso trasporto dell'attrezzatura sul luogo indicato per eseguire la prova, l'approntamento e successiva smobilitazione al termine della prova;

- la formazione di 6 pannelli dell'altezza di 21 m circa disposti in maniera da formare un rettangolo chiuso;

- la perforazione mediante sondaggi da eseguire sui pannelli e prelievo di campioni indisturbati, a diverse profondità;

- la predisposizione su tre pannelli di una coppia di tubi da posizionarsi in corrispondenza dei giunti fra i pannelli per l'esecuzione di prove cross-hole per la determinazione del grado di contatto dei giunti con preventivo controllo della verticalità dei tubi stessi;

- la prova di pompaggio mediante pozzo da eseguire all'interno dell'area delimitata dai pannelli con controllo della falda all'esterno; all'uopo saranno posizionati esternamente all'area delimitata dai pannelli 4 piezometri di controllo tipo Casagrande, che indicheranno l'importanza della filtrazione dei pannelli, compreso i pozzetti di protezione della strumentazione, la fornitura e posa di trasduttori di pressione e il noleggio ed installazione di una centralina di rilievo dei dati.

7.4. ESECUZIONE DEL DIAFRAMMA

La realizzazione del diaframma consiste nell'esecuzione di una paratia continua di spessore 80 cm., o 100 cm, di profondità massima fino a 25 ml, realizzata con attrezzatura tipo idrofresa, e comprende la

realizzazione di un prescavo per l'innesco dell'idrofresa di adeguata profondità realizzato con idonea attrezzatura ausiliaria, compreso l'impiego di fluidi di sostegno della perforazione ed evacuazione dei detriti ed il loro trattamento per centrifugazione e vagliatura per il recupero dei materiali di smarino mediante speciali impianti automatici corredati di vasche metalliche di stoccaggio e riciclo, silos, pompe, ecc.. Il tutto eseguito in opera compresi:

- realizzazione della campagna di indagini preliminari, sotto il controllo della DL, lungo il tracciato dei diaframmi, eseguita mediante carotaggi e terebrazioni (anche inclinate di 15°, ai fini di una migliore valutazione dei sistemi di discontinuità presenti nell'ammasso di riporto eterometrico e poligenico, condizionanti le procedure applicative della sezione di taglio ed escavazione per la realizzazione dello schermo-diaframma). Il sistema di controllo dovrà prevedere una perforazione (2 metri oltre la soglia prevista di imbasamento) almeno ogni 20 metri di sviluppo longitudinale del diaframma. Le azioni prodromiche il Campo Prove dovranno prevedere, altresì, prove d'acqua (tipo Lugeon) ed ispezioni con telecamera nei fori lungo l'asse del diaframma previsto per la cinturazione in oggetto.
- preliminare intervento di preintasamento, da realizzare mediante iniezione dell'ammasso (riporto antropico industriale, eterometrico e poligenico) degradata, a luoghi presente lungo le pareti del realizzando diaframma;
- intasamento preliminare, tramite iniezione di miscela cementizie, mediante l'utilizzo di miscele espanse, cementizie e chimiche e successiva realizzazione del diaframma come previsto in progetto;
- gli oneri per il trasporto delle attrezzature sul cantiere e a lavori ultimati verso le aree di stoccaggio dell'impresa;
- l'installazione degli impianti in sito e smobilizzo a lavori ultimati, inclusa la costruzione e demolizione di eventuali piazzole in c.a.;
- lo smontaggio, il rimontaggio e lo spostamento delle attrezzature nell'ambito del cantiere per tutte le volte che si renderà necessario alla esecuzione dell'intervento;
- la realizzazione di tutte le piste e i piani di lavoro che si rendessero necessarie per facilitare l'impiego delle attrezzature durate l'esecuzione dei lavori, mediante esecuzione di scavi anche gradonati e/o rilevati compattati, anche con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito;
- realizzazione di corree di guida e loro demolizione incluso il carico e il trasporto dei materiali di risulta a pubblica discarica a qualsiasi distanza, incluso l'onere di smaltimento;
- l'onere ad eseguire il getto a conci alterni;
- la fresatura di pannelli contigui per la realizzazione di giunti a tenuta idraulica;
- il controllo e la eventuale correzione della verticalità dei pannelli durante le fasi di scavo, mediante speciale centrale automatica;
- la fornitura ed il getto di calcestruzzo o malta plastica con conducibilità idraulica $K<1 \times 10^{-9}$ cm/sec, eseguito con il sistema "contractor";
- l'onere a rendere disponibili i materiali di risulta dallo scavo o dalle lavorazioni pronti per essere impiegati come rinterro (contabilizzato a parte) incluso il trasporto e la sistemazione all'interno dell'area;
- la fornitura di acqua e energia elettrica per l'alimentazione di tutti gli impianti e per la esecuzione di tutte le lavorazioni necessarie;

- oneri di scapitozzatura delle testate e ogni altro onere per dare completa la lavorazione e finita a regola d'arte.

Le misurazioni saranno effettuate dal fondo scavo fino alla quota superiore dei muretti guida.

7.5. ATTREZZATURA DI CONFEZIONAMENTO MISCELA PLASTICA

Per il confezionamento del fango autoindurente sarà utilizzato un impianto automatico in grado di attuare le seguenti fasi:

- produzione del latte di bentonite (con eventuale aggiunta di additivi) e relativa agitazione mediante mescolatore ad elevata turbolenza;
- stoccaggio entro silos o vasche nelle quali viene prolungata l'agitazione, in modo da uniformare le caratteristiche della sospensione, ed evitarne la decantazione (maturazione del latte di bentonite);
- produzione della miscela autoindurente per aggiunta di cemento al latte di bentonite (con eventuale aggiunta di additivi) entro mescolatori ad elevata turbolenza.

L'impianto di confezionamento della miscela plastica sarà costituita da un gruppo di miscelazione primario nel quale giungeranno cemento e bentonite in polvere, provenienti da due rispettivi silos, ai quali si sommerà l'acqua proveniente da un vascone di accumulo.

Dopo una prima miscelazione ad alta turbolenza la miscela passerà ad un agitatore (mescolatore secondario) che provvederà a mantenere la miscela in movimento e la stoccherà per una costante fornitura alla pompa di mandata della stessa miscela verso la macchina di scavo.

L'impianto garantirà la costanza del proporzionamento della miscela e avrà la potenzialità adeguata all'entità del lavoro ed al programma di esecuzione dell'opera.

7.6. ESECUZIONE TRINCEA

Lungo l'asse planimetrico della paratia in progetto si esegue un prescavo corrispondente ad una trincea continua che ha la funzione di bonifica dei sottoservizi e come polmone di contenimento del materiale di spurgo inertizzato che rifluirà in superficie durante lo scavo.

Si ritiene che il refluo possa avere le stesse caratteristiche meccaniche e di impermeabilità del resto del diaframma e non sarà allontanato ma rappresenterà la parte sommitale del diaframma stesso. In questo modo sarà possibile evitare il conferimento a discarica del materiale.

7.7. FASI ESECUTIVE

L'esecuzione del pannello di terreno consolidato avviene in due fasi: discendente e ascendente.

Durante la fase discendente, l'utensile fresante penetra nel terreno con l'apporto di latte bentonitico avente un rapporto ponderale del 5%. In questa fase le ruote fresanti girano verso l'esterno. Raggiunto il fondo scavo si inizia la fase di estrazione con l'iniezione della miscela (acqua+C+B) che avverrà a pressione controllata, condizione necessaria per non alterare lo stato naturale dell'ammasso circostante il volume di terreno da trattare inficiandone pertanto la chiusura impermeabile del complesso terreno-pannello plastico.

Il terreno viene disgregato dalla fresa e fluidificato dalla miscelazione continua con la miscela plastica. Il materiale di spurgo (indicativamente 0,4 - 0,6 mc/mc di terreno scavato) sale in superficie per effetto dei moti convettivi generati dal movimento delle ruote e dalla pressione di iniezione della miscela che fuoriesce dall'ugello posto all'estremità inferiore dell'utensile. La velocità di avanzamento e di rotazione dell'utensile e la portata di pompaggio saranno regolati dall'operatore al fine di ottenere un giusto compromesso tra l'avanzamento dell'utensile senza problemi e la minima produzione di materiale di risulta. Durante la risalita dell'utensile fresante il terreno viene ulteriormente mescolato, omogeneizzando il terreno con la miscela.

L'obiettivo di formare una paratia continua si raggiungerà eseguendo una serie di pannelli primari che saranno quindi intersecati da pannelli secondari di chiusura realizzati sullo stesso asse ma interferenti con i precedenti per un tratto di almeno 30 cm.

Laddove nel corso della realizzazione dei diaframmi si riscontrassero zone ad elevata permeabilità (vecchie scogliere, trovanti calcarei, conglomerati, ecc.) che potrebbero pregiudicare la corretta esecuzione del diaframma, si procederà ad eseguire preventivamente iniezioni di intasamento di miscele cementizie, mediante l'utilizzo di miscele espanse eventualmente additivate e successivamente alla realizzazione del diaframma. L'esecuzione di tali iniezioni si intende compensata nel prezzo a corpo e pertanto nessun compenso aggiuntivo spetterà all'appaltatore.

CONTROLLI

Durante la fase di getto, i materiali costituenti la miscela (acqua, cemento, bentonite) devono essere campionati per essere sottoposti alle seguenti prove:

Componenti	Tipo di prova	Metodologia
Acqua	pH	
	Conducibilità elettrica	
	Durezza	
Cemento	Contenuto di scorie sabbiose	Setaccio 0,06
	Finezza	UNI EN 196 – 6 [16]
	Limite di liquidità	ASTM D4318, UNI 10014
Bentonite	Resa del filtrato	
	Decantazione	
	Viscosità Marsh	API RB 13B
	Limite di flusso	ASTM D5891, API13A

Il prelievo di campioni di cemento da sottoporre alle prove deve essere conforme alla norma UNI EN 196-717; i risultati ottenuti devono essere confrontati con le specifiche tecniche fornite dal produttore, al fine di verificarne la rispondenza.

Durante la costruzione del diaframma plastico, al fine di mantenere sotto controllo la qualità del lavoro, dovranno essere effettuate le seguenti verifiche:

1. Controlli di posizione e di profondità di ogni pannello.

2. Prove sulla miscela per verificarne la corrispondenza con quella definita dal presente capitolato e perfezionata dal campo prove eseguito in cantiere. Queste prove includeranno:

- Peso di volume
- Viscosità - Valori del Cono di Marsh
- Resistenza alla compressione (n. 10 4 a 7/14 gg. e 6 a 28 gg.)
- Decantazione a 1, 2 e 4 ore

3. Verifica della miscela terreno/cemento che potrà essere campionata dal refluo dal pannello o da campioni presi con apposito campionatore ad almeno 4 profondità diverse nel pannello stesso. Dovrà essere prelevato almeno un campione a settimana. Questi campioni vanno sottoposti a prove di:

- Resistenza alla compressione
- Permeabilità a 28 gg., in numero da concordare con la D.L.

4. Controllo dei parametri di produzione visualizzati e registrati dal computer della macchina:

- Profondità
- Flusso e quantità totale di miscela
- Pressione del flusso della miscela
- Pressione della miscela terreno/cemento a vari livelli nel pannello
- Volume miscela/Tempo
- Volume miscela/Profondità
- Deviazioni assi "X" + "Y"
- Velocità rotazione ruote
- Altri parametri di controllo del funzionamento della macchina
- Volume di refluo espulso.

Dopo l'esecuzione del diaframma plastico i pannelli di terreno trattato vanno perforati per prelevare campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Le perforazioni dovranno essere realizzate verticalmente in posizioni diverse nei pannelli per verificare l'omogeneità del trattamento.

Poiché i pannelli saranno eseguiti in modo da intersecarsi l'uno con l'altro, almeno il 20% delle perforazioni dovrà essere eseguito in corrispondenza dei giunti per verificarne lo stato, l'efficacia nei confronti della permeabilità globale del diaframma e per verificare inoltre, che vi sia stata la necessaria lunghezza di intersezione.

Nel caso la Direzione Lavori lo ritenga utile, potranno essere realizzate prove soniche per verificare la continuità del trattamento e prove di carico statiche o dinamiche per verificare la risposta del terreno trattato nei confronti di sollecitazioni di tipo statico.

Tutti i parametri raccolti dovranno essere commentati e messi a disposizione della Direzione Lavori e della Committenza. In particolare sarà scritta una relazione che illustri complessivamente le prove e i risultati ottenuti durante le fasi di taratura della miscela e che chiarisca le motivazione delle scelte compiute. Sarà

inoltre redatta una relazione mensile che contiene tutte le misurazioni eseguite ed un raffronto delle stesse con i parametri ottimali studiati. Alla fine delle opere verrà quindi redatta una relazione che descriva le prove eseguite a lavori ultimati e che ne certifichi la corrispondenza agli obiettivi di progetto.

7.8. ONERI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

Sono da intendersi a carico dell'appaltatore e compresi nel prezzo a corpo dell'appalto tutti gli oneri relativi alla fase di progettazione esecutiva ed a quella di realizzazione del diaframma a perfetta regola d'arte.

Oltre a quanto previsto in precedenza sono sempre a carico dell'appaltatore e compresi nel prezzo a corpo dell'appalto tutti gli oneri necessari ad una corretta definizione delle caratteristiche della miscela e delle tecniche di realizzazione del diaframma per garantire il risultato di progetto (permeabilità non inferiore a $1x10^{-9}$ m/s), anche in relazione alle specifiche condizioni del sito caratterizzato da marcata eterogeneità dei materiali interessati dal diaframma.

Sono sempre a carico dell'appaltatore e compresi nel prezzo a corpo dell'appalto tutte le attività di verifica e controllo (sondaggi, campionamenti, indagini geofisiche, indagini in sito e di laboratorio, studi e modelli) che la direzione dei Lavori disporrà per verificare la qualità degli interventi.

8. TUBAZIONI

8.1. TUBAZIONI PER RETI IN PRESSIONE

8.1.1. Normativa di riferimento

Polietilene

- UNI 10910-1:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua -Polietilene (PE) -Generalità
- UNI 10910-2:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua -Polietilene (PE) -Tubi
- UNI 10910-3:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua -Polietilene (PE) -Raccordi
- UNI 10910-5:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua -Polietilene (PE) – Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) -Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) -Parte 7: Guida per la valutazione della conformità

Polipropilene

- UNI EN 1451-1:2000 31/07/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polipropilene (PP) -Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema
- UNI ENV 1451-2:2002 01/09/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polipropilene (PP) -Guida per la valutazione della conformità

Polivinilcloruro (PVC, PVC-U, PVC-C)

- UNI EN ISO 15493:2005 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per applicazioni industriali - Acrilonitrile -Butadiene -Stirene (ABS), policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e clorurato (PVC-C) -Specifiche per i componenti ed il sistema -Serie metrica
- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) -Generalità
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione -Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi
- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) -Generalità
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione -Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi

8.2. TUBAZIONI PER RETI DI SCARICO.

Tutte le tubazioni saranno contrassegnate con il marchio IIP di conformità alle norme UNI, mentre raccordi e pezzi speciali saranno tutti di tipo prefabbricato senza l'utilizzo di pezzi speciali improvvisati in sede di montaggio.

8.2.1. Normativa di riferimento

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico e ventilazione di fluidi all'interno dei fabbricati (PEAD)

- UNI EN 1519-1:2001 31/03/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polietilene (PE) -Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema
- UNI ENV 1519-2:2002 01/11/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polietilene (PE) -Guida per la valutazione della conformità

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate (PEAD)

- UNI 7613:1976 31/12/1976 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

PVC rigido per condotte di scarico all'interno dei fabbricati

- UNI EN 1329-1:2000 31/05/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema
- UNI ENV 1329-2:2002 01/10/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Policloruro di vinile non plastificato (PVCU) -Guida per la valutazione della conformità

PVC rigido per condotte di scarico interrate

- UNI EN 1401-1:1998 30/11/1998 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione -Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI ENV 1401-3:2002 01/12/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione -Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) -Guida per l'installazione

Polipropilene termoplastico per condotte di scarico all'interno dei fabbricati

- UNI EN 1451-1:2000 31/07/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polipropilene (PP) -Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema
- UNI ENV 1451-2:2002 01/09/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati -Polipropilene (PP) -Guida per la valutazione della conformità

8.3. MARCATURA.

Tutti i tubi e raccordi devono essere marcati in modo permanente e leggibile senza ingrandimento, riportando tutte le informazioni relative alle caratteristiche dimensionali e di impiego, nonché i dati necessari alla rintracciabilità degli stessi. In particolare i tubi devono essere marcati almeno ogni metro lineare per tutta la loro lunghezza. La marcatura minima richiesta deve riportare le indicazioni riportate di seguito.

TUBI

- Nome o simbolo del Produttore;
- Identificativo del marchio IIP/a;
- Numero della norma;
- Materiale e designazione (PE x);
- Dimensioni (DN x eN);
- Serie (S) o Rapporto dimensionale normalizzato (SDR);
- Classe di pressione in bar (PN y);
- Data e/o codice di produzione.

RACCORDI

Sul raccordo stesso

- nome o simbolo del Produttore;
- identificativo del marchio IIP/a;

- diametro nominale e serie del tubo/SDR; ·
- data e/o codice di produzione.

Sull' etichetta

- numero della norma;
- materiale e designazione (PE X);
- classe di pressione in bar (PN Y);
- sistema di riconoscimento dei parametri di fusione (valido solo per raccordi a fusione)

8.4. CRITERI DI ACCETTAZIONE.

La Direzione Lavori accetterà i materiali proposti solo dopo aver accertato la loro idoneità alla realizzazione dell'impianto in progetto, in rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto, ed in particolare che essi siano oggetto del marchio IIP-UNI con le limitazioni previste dalle norme di riferimento. Solo a questo punto l'Impresa può approvvigionare i materiali in cantiere.

8.5. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI.

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei raccordi, l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

8.6. TRASPORTO

Nel trasporto dei tubi i piani d'appoggio devono essere privi di asperità. I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale. I tubi forniti in barre devono essere sostenuti per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo da non danneggiare in alcun modo i tubi.

8.7. CARICO, SCARICO, MOVIMENTAZIONE

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o con il braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di adeguate ampiezza. Se invece queste operazioni vengono effettuate manualmente, l'Impresa deve evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

La Direzione Lavori deve assicurarsi che tutte le operazioni di carico, scarico e movimentazione avvengano correttamente. Nel caso in cui alcuni tubi risultino danneggiati, devono essere identificati con la dicitura "da non usare" e segregati in apposita zona all'interno del cantiere. La Direzione Lavori deve quindi valutare le condizioni dei pezzi danneggiati e decidere sugli opportuni provvedimenti da prendere.

8.8. ACCATASTAMENTO.

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza d' accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1 ,5 m qualunque sia il diametro e lo spessore. I tubi in rotoli devono essere appoggiati orizzontalmente e l'altezza

dell'accatastamento non deve superare i 2 m. Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm, è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni. AI termine dell'accatastamento dei tubi in cantiere, l'Impresa deve assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire l'alloggiamento all'interno dei tubi di foglie, polvere, piccoli animali, acque meteoriche etc.. È a cura e spese dell'Impresa il corretto posizionamento dei tubi, al fine di evitare ogni possibile incidente dovuto a non previsti movimenti degli stessi. Qualora i tubi vengano accatastati all'aperto per lunghi periodi, l'Impresa deve proteggerli dalle radiazioni UV, a sua cura e spese.

8.9. CONSERVAZIONE DI RACCORDI, VALVOLE, PEZZI SPECIALI.

L'Impresa deve predisporre, a sua cura e spese, tutte le misure necessarie affinché i materiali in polietilene approvvigionati e stoccati in cantiere siano riparati dalle radiazioni solari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri con conseguente decadimento delle proprietà fisico-chimico-meccaniche. I raccordi , le valvole e i pezzi speciali possono essere imballati in differenti modi. secondo la forma, la dimensione e il tipo di trasporto; se fossero forniti sfusi. l'Impresa deve aver cura di non accatastarli disordinatamente, così da evitare il danneggiamento per effetto degli urti tra loro e con eventuali materiali pesanti ivi presenti. In particolare, i raccordi elettrosaldabili devono sempre essere forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggere da polveri. umidità, salsedine, raggi UV, etc.. In particolare si deve evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari fino all'atto del loro impiego. Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

8.10. MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

Per la verifica e la posa in opera delle tubazioni. l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

8.10.1. Scavi

Lo scavo deve essere realizzato a sezione obbligata. La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere. La profondità minima di interramento deve essere di 1 m dal piano campagna, misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso valutata in funzione di eventuali carichi stradali e/o pericolo di gelo. Qualora secondo le indicazioni di progetto non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesto, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari. manufatti in cemento o materiali equivalenti.

8.10.2. Letto di posa.

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo e stabile sul fondo dello stesso, lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza. A questo scopo il fondo dello scavo deve essere livellato con materiale granulare idoneo riportato negli elaborati di progetto oppure definito dalla Direzione Lavori. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su di un letto con spessore non inferiore a 10 - 15 cm di materiale granulare e protette su tutta la loro circonferenza con identico materiale ben compattato. Prima della posa dei tubi. L'Impresa deve compattare accuratamente il materiale granulare steso, avendo cura di rispettare le pendenze calcolate in fase di progetto. Nel caso in cui i valori delle pendenze non fossero rispettati, è a cura e spese dell'Impresa, riportarsi a quei valori. È essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

8.10.3. Posa in opera.

Prima della posa in opera, l'Impresa deve ispezionare singolarmente i tubi per scoprire eventuali difetti; inoltre gli eventuali raccordi, valvole, punte, bicchieri e guarnizioni devono essere integre. Nel caso in cui uno o più elementi non risultassero tali è a cura e spese dell'Impresa, il ripristino con nuovi elementi integri.

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti e con adeguati mezzi d'opera, al fine di evitare deformazioni plastiche e/o danneggiamento alla superficie esterna dei tubi e comunque solo dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

Eventuali variazioni possono essere consentite in presenza di ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento, e preventiva mente autorizzate dalla Direzione Lavori. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, deve preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della Direzione Lavori.

I tubi devono essere collocati nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni da parte della Direzione Lavori.

Nel caso in cui singole barre o tratti di condotta siano da realizzarsi fuori scavo, gli stessi devono essere calati nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa predisposizione già citata del fondo.

I tubi vengono allineati inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, rincalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito si deve fissare la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione, in modo che non si verifichino contro pendenze rispetto al piano di posa.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi, tubi e raccordi devono essere ricontrollati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità. Dopodiché i tubi devono essere fissati definitivamente nella loro posizione, rincalzandoli opportunamente lungo tutta la linea, senza l'impiego di cunei di metallo, di legno o pietrame.

Per i terminali dei tratti già collegati, che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, l'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, alla loro chiusura ermetica, per evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli organi d'intercettazione (valvole, saracinesche e simili) che con il loro peso possono sollecitare i tubi, devono essere sostenuti con idonei supporti, in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri o manicotti con diametro esterno maggiore di quello della condotta, devono essere accuratamente riempite, onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri, una volta terminata la posa della tubazione. Non è necessario scavare le nicchie per l'alloggiamento dei bicchieri quando si utilizzano tubazioni corrugate con diametro esterno del bicchiere uguale al diametro esterno della condotta.

8.10.4. Rinterri e riempimenti

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, l'Impresa deve disporre sopra di essi uno strato di materiale granulare non inferiore a 10 -15 cm misurati sulla generatrice superiore del tubo. Il materiale deve essere lo stesso di quello impiegato per la realizzazione del letto di posa delle tubazioni. Oltre tale quota, il riempimento deve essere effettuato con il materiale proveniente dagli scavi, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm. Il reinterro con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua. Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo

deve essere eseguito a mano per formare strati successivi di 20 cm, avendo massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote al di sotto del tubo e che lo strato di rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto. Il materiale granulare compattato deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiancando la tubazione da ogni lato; in particolare il costipamento deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. Tenuto conto che la tubazione, in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni a causa del suo coefficiente di dilatazione termico, se bloccato alle estremità prima del riempimento, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. È quindi preferibile che il riempimento venga fatto nelle ore meno calde della giornata;

- si procede sempre a zone di 20/30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si deve lavorare su tre tratte consecutive e quindi eseguire contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 -20 cm) nella zona adiacente e la posa del materiale granulare intorno al tubo nella tratta più avanzata;

- si può procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a m 5-6 dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo può essere effettuato con il materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi di 20-30 cm, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

La compattazione in sito del terreno di reinterro deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata. L'Impresa deve posizionare, a sua cura e spese, opportuni nastri segnaletici lungo l'asse della condotta ad una distanza da essa di circa 30 cm, al fine di facilitarne l'esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione e/o lavori di scavo.

8.10.5. Sistemi di giunzione

Le giunzioni dei tubi. dei raccordi e dei pezzi speciali di polietilene possono avvenire con due sistemi:

Per saldatura;

- mediante elettrofusione;
- mediante procedimento ad elementi termici (saldatura testa a testa).
  Per serraggio meccanico;
- mediante giunto a bicchiere;
- mediante filettatura;
- mediante giunti metallici;
- mediante raccordi in materiale termoplastico;
- per flangiatura.

Le saldature di qualunque tipologia devono essere eseguite esclusivamente da personale specializzato, munito di certificato di abilitazione all'esecuzione di giunti saldati sui tubi di materia plastica, di cui alla norma UNI 9737/1997 " Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con i procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convoglia mento di gas combustibili. di acqua e di altri fluidi in pressione".

8.10.6. Attrezzature impiegate

8.10.6.1 Tipologia

Le attrezzature per la lavorazione e la posa di tubazioni di PE si distinguono in:

- attrezzature per saldare;
- attrezzature complementari.

Le attrezzature per saldare devono essere del tipo:

- saldatrici ad elementi termici per contatto (norma UNI10565); saldatrice per elettrofusione (norma UNI10566);
- saldatrice a termoelemento per saldare nel bicchiere.

Le attrezzature complementari sono quelle utilizzate per la lavorazione e la preparazione dei pezzi da saldare (raschia tori. tagliatubi. allineatori. morsetti. perforatori. riarrotondatori e posizionatori per prese, chiavi, etc.).

Le saldatrici e tutte le attrezzature, che l'Impresa ritiene opportuno impiegare per il montaggio delle tubazioni in HDPE, devono sempre e comunque essere preventiva mente approvate dalla Direzione Lavori.

8.10.6.2 Sicurezza rispetto alla normativa elettrica.

Poiché le operazioni di saldatura vengono eseguite per lo più in ambienti umidi (trincee) e, in alcuni casi anche in presenza di acqua, l'Impresa deve impiegare solo saldatrici alimentate elettricamente certificate, in modo da garantire l'incolumità e la sicurezza del personale addetto. Per quanto sopra, le saldatrici devono essere costruite ed usate nel rispetto delle seguenti norme:

- norma CEI 107/1 "Norme generali di sicurezza per gli apparecchi elettrotermici d'uso domestico e similare";
- norma CEI 107/50 "Ferri per saldare e apparecchi similari -Norme particolari di sicurezza";
- norma CEI 64/8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c".

8.10.7. Saldatura per elettrofusione.

Questo sistema di saldatura consente collegamenti fra tubo e tubo, fra tubo e raccordo, mediante un elemento con resistenza elettrica incorporata (manicotti elettrici). È di semplice realizzazione e facilmente attuabile, soprattutto per diametri mediopiccoli; inoltre non richiede la totale omogeneità tra tubi e/o raccordi da collegare. La saldatura viene realizza con l'ausilio di manicotti elettrici i quali, prodotti per stampaggio, contengono delle resistenze in grado di fondere il materiale delle superfici di contatto tra tubo o raccordo e manicotto. La saldatura viene effettuata inserendo le estremità del tubo o del raccordo nelle apposite sedi del manicotto e collegando le resistenze di quest'ultimo alla relativa saldatrice. Per l'esecuzione della saldatura per elettrofusione, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10521 "Saldatura di materie plastiche.

Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

8.10.7.1 Saldatrici.

Le saldatrici sono costituite da un dispositivo erogatore di energia che può essere a comando manuale, semiautomatico o automatico, caratterizzando i vari tipi di saldatrici. Questi dispositivi regolano la quantità di energia in funzione a quanto viene loro richiesto dal circuito elettrico incorporato nell'elemento elettrosaldabile.

Ogni saldatrice deve essere impiegata solamente per i raccordi elettrosaldabili per cui è stata abilitata; infatti non è possibile saldare elementi elettrosaldabili con saldatrici appartenenti a sistemi diversi. Sono in commercio specifiche apparecchiature polivalenti che consentono di saldare elettrosaldabili appartenenti a diversi sistemi, in quanto l'impostazione dei dati di saldatura avviene in maniera automatica, mediante l'ausilio di codici a barre, carte magnetiche o sistemi equivalenti. In ogni caso queste saldatrici devono essere dotate di dispositivi in grado sia di verificare la resistenza elettrica degli elettrosaldabili prima della saldatura, che di intervenire automaticamente per l'interruzione dell'energia, a saldatura avvenuta. Per eseguire la saldatura per elettrofusione è inoltre richiesto l'impiego di attrezzature quali tagliatubi, raschiatori di tipo manuale o meccanico, allineatori. riarrotondatori. posizionatori per prese a settore. Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10566 IISaldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.

8.10.7.1 Saldatrici.

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI
La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40 °C. Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura. L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto: in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

CONTROLLO DEI MATERIALI
L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli, sbeccature o altro: eventuali discontinuità devono essere eliminate asportando per taglio, il tratto del tubo che lo contiene. Si devono correggere eventuali ovalizza zioni dei tubi superiori all' 1,5%, mediante appositi congegni arrotondatori e/o allineatori, al fine di riportare le dimensioni entro i valori normati; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità per recuperare eventuali ovalizzazioni o ridurre la curvatura dei tubi. Infine si deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione di plastica per evitare l'effetto di correnti d'aria durante la fase di saldatura.

PREPARAZIONE DEGLI ELEMENTI DA SALDARE

Le superfici interna ed esterna dei tubi devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre o carta morbida e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, alcole etilico, tricloroetano o clorotene). Su tutta la superficie esterna da saldare, sia dei tubi che dei codoli dei raccordi, si deve asportare lo strato di ossidazione superficiale mediante appositi raschiatori automatici, semiautomatici o manuali. Non è consentito l'utilizzo di tela smeriglio, raspe o altri attrezzi di fortuna per l'asportazione. La lunghezza del tubo sottoposto a raschiatura deve risultare maggiore della lunghezza del raccordo elettrosaldabile per un tratto di almeno 10 mm di ciascuna estremità. Questa operazione deve essere eseguita in modo omogeneo ed uniforme su tutta la superficie esterna del tubo interessata alla saldatura e realizzata per una profondità di:

- 0,1 mm per tubi con diametri uguali o inferiori a 63 mm;
- 0,2 mm per tubi con diametri superiori a 63 mm.

Il raccordo elettrosaldabile non deve essere sottoposto a raschiatura.

POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DA SALDARE
Prima di inserire il raccordo elettrosaldabile, si deve segnare sulle testate da congiungere la profondità d'inserimento dell'elettrosaldabile mediante una matita cerosa per circa 1/3 della circonferenza degli elementi da congiungere. Inserire quindi le testate nell'elettrosaldabile e bloccare la giunzione nell'allineatore. Infine verificare il corretto inserimento dell'elettrosaldabile sugli elementi da saldare e la loro coassialità.

SALDATURA
L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice. Le parti saldate devono rimanere bloccate fino al completamento dell'operazione di saldatura ed essere mantenute tali fino a raffreddamento avvenuto per un tempo comunque non inferiore a 20 minuti, evitando tutte le possibili sollecitazioni esterne. L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

8.10.8. Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa)

Questo sistema di saldatura consente l'esecuzione di giunzioni di due prodotti (tubi e/o raccordi) di uguale spessore, mediante l'impiego di saldatrici ad elemento termico per contatto (saldatrice a piastra). Sono eseguite normalmente fuori scavo e, quando le condizioni lo consentono, anche entro lo scavo. È idonea soprattutto per grandi diametri. La saldatura viene realizzata con l'ausilio di una saldatrice a piastre composta da ganasce per bloccare ed allineare le estremità dei tubi da saldare, una fresa per spianare e rifinire le testate, da una piastra riscaldata che mediante contatto fonde alcuni mm di PE sulle testate affinché realizzino la saldatura. Seguendo un opportuno ciclo le estremità delle tubazioni vengono rifinite, riscaldate fino allo stato plastico, per contatto con la termopiastra, e quindi unite a pressione fino ad ottenere un corpo unico. Per l'esecuzione della saldatura mediante elementi termici di contatto, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10520 " Saldatura di materie plastiche. Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

8.10.8.1 Saldatrici.

Le saldatrici sono costituite da un basamento (telaio), da due elementi di guida e da due carrelli, uno mobile ed uno fisso, su ognuno dei quali trovano posto almeno due ganasce. La pressione per la traslazione del carrello scorrevole viene fornita da una centralina con pompa e distributore a funzionamento manuale o

elettroidraulico. Sono vietate le macchine saldatrici in cui la traslazione delle morse avviene per movimento meccanico manuale e la pressione di saldatura avviene mediante molle. La fresa utilizzata per la spianatura delle testate deve essere elettrica, atta in ogni caso a lavorare le testate da saldare in maniera piana ed ortogonale all'asse del tubo e/o raccordo. Il termoelemento (termopiastra) deve mantenere una temperatura costante, sulle superfici piane ricoperte con appropriati rivestimenti antiaderenti. In ogni caso le attrezzature impiegate devono garantire:

- una perfetta coassialità delle testate;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo).

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10565 " Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti. collaudo, manutenzione e documenti".

8.10.8.2 Preparazione per la saldatura.

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI
La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40 0c. Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura. L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto; in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

CONTROLLO DELLA SALDATRICE
Oltre alle verifiche di integrità e funzionamento sulla centralina idraulica, fresatrice e strumentazione, si deve controllare l'efficienza della termopiastra. La massima differenza ammessa tra la temperatura impostata e quella rilevata in un punto qualunque del termoelemento con un termometro digitale tarato non deve essere superiore a +-10°C.

CONTROLLO DEI MATERIALI
L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applica bili. Nel caso in cui l'ovalizzazione risultasse eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità. Inoltre deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

PREPARAZIONE DELLE TESTATE
Le testate devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, tricloroetano o clorotene); Si deve controllare scrupolosamente che:

- il disassamento massimo fra le due teste non sia superiore al 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm;
- il pianparallelismo delle superfici spianate, avvicinando le parti, non presenti in nessun punto una luce superiore a:

- 0,3 mm fino a De 200 mm
- 0,5 mm fino a De 400 mm
- 1,0 mm oltre De 450 mm

Nel caso in cui uno dei due controlli non risultasse soddisfacente, l'Impresa deve procedere nuovamente alle fasi di serraggio, fresatura ed eventuale pulizia, al fine di garantire il buon allineamento delle testate.

SELEZIONE DEI PARAMETRI DI SALDATURA
I parametri di saldatura dipendono dallo spessore dei tubi e raccordi impiegati ed in particolare: la temperatura del termoelemento deve essere pari a:

- T = 210°C +-10°C, per spessore <=12 mm;
- T = 200°C +-10°C, per spessore>= 12 mm.

I valori delle spinte da applicare:

- per le fasi di oreriscaldamento e saldatura i valori della oressione devono essere tali per cui le superfici a contatto siano soggette ad una pressione pari a 0,15 N/mm2, riferita alla superficie della corona circolare del tubo.
- per la fase di riscaldamento il valore della pressione deve essere tale per cui le superfici a contatto siano sempre soggette ad una pressione non superiore a 0,02 N/mm2, riferita alla superficie della corona circolare del tubo.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavano direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando. Le indicazioni fornite dal manometro della saldatrice devono corrispondere alle spinte calcolate o alle pressioni indicate dalla tabella: le pressioni di preriscaldamento e di saldatura devono essere aumentate del valore dell'attrito (pressione di trascina mento) che la macchina incontra, sia per l'avvicinamento delle testate, sia per il trascinamento della barra e/o raccordo da saldare. La pressione di trascinamento è la minima pressione letta sul manometro che permette il movimento relativo delle due testate precedentemente fissate al supporto mobile della saldatrice. Il suo valore dipende principalmente dal peso degli elementi da unire e non deve risultare superiore al valore delle pressioni P1 e P5. Si misura sperimentalmente, e deve sempre essere verificata dall'operatore prima di ogni saldatura.

8.10.8.3 Ciclo di saldatura

La saldatura deve essere eseguita seguendo le fasi del ciclo di saldatura riportate di seguito. In particolare:

Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento delle testate In fase di preriscaldamento le superfici di saldatura devono essere premute contro il termoelemento con una forza di 0,15 N per ogni mm2 di superficie della corona circolare interessata alla saldatura, a cui va aggiunta la pressione di trascina mento, fino al formarsi di un cordolo regolare su tutta la circonferenza, la cui dimensione è specificata nelle tabelle approntate dal Costruttore della saldatrice, così come tutti i tempi necessari al procedimento (t1, t2 ,t3, t4, t5)

Fase 2: Riscaldamento Durante la fase di riscaldamento, le superfici devono aderire al termoelemento ad una pressione minima (0,02 N/mm2).

Fase 3: Rimozione del termoelemento Trascorso il tempo di riscaldamento t2, le superfici di saldatura devono essere allontanate rapidamente dal termoelemento, che deve essere tolto e quindi riavvicinate in un tempo t3 .

Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura Avvenuto l'avvicinamento delle superfici di saldatura, la pressione deve essere aumentata gradualmente e senza sbalzi in un tempo t4 , fino a 0,15 N/mm2 a cui va aggiunta la pressione di trascina mento.

Fase 5: Saldatura Il tempo t5 necessario per raggiungere la pressione ottimale è correlato allo spessore del tubo.

Fase 6: Raffreddamento Si deve evitare nel modo più assoluto qualsiasi raffreddamento brusco della saldatura (ottenuto, ad esempio, con aria o acqua). AI termine del tempo di saldatura in pressione è possibile liberare il tubo dalle ganasce, avendo cura di non sottoporlo ad apprezzabili sollecitazioni fino al raffreddamento completato. In questo periodo si deve, inoltre, provvedere a proteggere la zona di saldatura dagli agenti atmosferici (pioggia, vento, umidità, eccessivo irraggiamento solare, etc.). I tempi e le pressioni di preriscaldamento, riscaldamento e saldatura sono rilevabili dalla tabella della macchina e sono validi a temperatura ambiente (20°C) in assenza di correnti d'aria. Il cordolo formatosi durante la saldatura deve essere, per quanto possibile, regolare ed uniforme e deve corrispondere alle dimensioni previste dalla tabella della norma UNI 10520. L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice. L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

8.10.9. Giunto a bicchiere

Tale giunzione è idonea solo per basse pressioni di esercizio. Il giunto a bicchiere stampato in PE viene saldato in Stabilimento su una delle estremità della barra del tubo. Il bicchiere presenta una forma leggermente svasata tale da poter ricevere l'estremità opposta di un altro tubo. La tenuta viene realizzata comprimendo nello spazio tra parete del tubo e quella del bicchiere un'idonea guarnizione.

8.10.10. Filettatura

I giunti sono composti da innesti filettati Maschio/Femmina che vengono saldati in Stabilimento sulle estremità della barra del tubo. L'avvitamento deve essere effettuato fino in fondo, ma senza forzare eccessivamente.

8.10.11. Giunti metallici

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione e a innesto. Alcuni non effettuano il graffaggio del tubo esterno (es. giunti universali o dedicati) , altri presentano un sistema di graffaggio antisfilamento sulla circonferenza esterna del tubo.

8.10.12. Raccordi in materiale termoplastico.

Vengono usati vari tipi di raccordi a compressione in materiale termoplastico, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo. Comunque i giunti devono rispondere ai requisiti prescritti dalla norma UNI 9561 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti" e pertanto verificati con i relativi metodi di prova prescritti nella norma UNI 9562 "Raccordi a compressione

mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova".

8.10.13. Giunzioni mediante flangiatura

8.10.13.1 Flangiatura a saldare

Si usano flange scorrevoli infilate su collari in PE saldabili mediante saldatura ad elementi termici per contatto o per elettrofusione. I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi. Le flange vengono quindi collegate con bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, utilizzando idonee guarnizioni. L'inserimento di guarnizioni è consigliata in tutti i casi. Le flange, a seconda dell'uso della condotta, possono essere di materiale metallico o termoplastico; a collegamento avvenuto, flange e bulloni possono essere convenientemente protetti contro la corrosione.

8.10.13.2 Flangiatura a compressione

Si possono utilizzare flange mobili a serraggio meccanico dotate di guarnizione conica in cui inserire il tubo; la guarnizione stessa funge da tenuta con la controflangia. È indispensabile l'inserimento di una boccola di rinforzo all'interno del tubo. per evitare eventuali collassamenti dello stesso. Tale flangia può essere dotata di ghiera antisfilamento. Vi sono inoltre altri sistemi di flangiatura, costituiti da giunti di collegamento di tipo universale, con gamma diametri d'accoppiamento variabile da un lato, e dall'altro dotati di flangia di collegamento. Tali giunti flangiati devono avere boccola di rinforzo all'interno del tubo. Il giunto può avere funzione antisfilamento. Tutti i sistemi di flangiatura a compressione possono essere utilizzati come giunti di smontaggio.

8.11. COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI IN PRESSIONE

Il collaudo si deve eseguire sulla tubazione installata, compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione, se questi sono dimensionati per la pressione di prova. Se questi accessori non sono adatti alla pressione di collaudo, devono essere esclusi con inserimento di dischi di intercettazione. Le prove di collaudo possono essere di due tipi:

- collaudo tradizionale;
- collaudo aggiornato (con riferimento ai progetti EN)

e possono essere scelte indifferentemente.

8.11.1. Collaudo tradizionale

Si verifica lo tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante lo prova preliminare si deve creare nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che avrà come risultato, un aumento di volume della condotta. La prova idraulica dei tubi in PE in opera è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 m, per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento in linea).

La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta. La quasi totale copertura del tubo da collaudare eviterà sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte, consentendo una definizione più precisa della quantità di acqua aggiunta durante le ore di collaudo. Dopo lo copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si deve riempire lo linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando lo stessa in vari punti per

eliminare totalmente le sacche d'aria. Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato, si procederà con lo prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare assolutamente il valore PN + 5 bar. Nel punto di pompaggio deve essere installato, oltre ad un manometro di pressione, anche un manometro registratore (pressione e tempo), permettendo così di documentare l'andamento della prova idraulica e un contatore volumetrico. La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare lo pressione di prova ed il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto. Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo. Durante le 6 ore il tubo si dilaterà sotto lo pressione interna e raggiungerà una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%. Se lo temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) lo dilatazione avrà valori più contenuti. Durante l'operazione di pre-collaudo si deve controllare lo tenuta delle giunzioni e i raccordi flangiati saranno da rinserrare ciclicamente. Prestare attenzione durante queste operazioni al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo adeguate protezioni all'operatore. AI termine della prova preliminare, che deve terminare senza alcuna perdita dalle giunzioni si procede con lo prova principale, abbassando lo pressione interna ad un livello di 1,3 PN che non deve superare il valore PN + 3 bar. Questa prova dura 6 ore ed ogni ora deve essere rilevata lo pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata lo pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando il p =1,8 bar (differenza fra pressione iniziale con pressione finale).

Durante lo prova principale si controllano, da parte dell'operatore, tutte le giunzioni senza che si riscontri alcuna perdita visibile. A collaudo terminato si redige un protocollo che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

8.11.2. Collaudo aggiornato

Si verifica lo tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il "metodo a contrazione" (variazione del volume modificando lo pressione) . Il principio di questo metodo sfrutta le caratteristiche viscoeleastiche del polietilene in quanto abbassando lo pressione interna della condotta lo contrazione della tubazione mantiene lo pressione ad un livello stabile per un breve periodo. Gli elementi necessari per il collaudo sono: unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contalitri o serbatoio di recupero graduato per lo rilevazione del volume scaricato (suddivisione <= 5% del volume richiesto). Le tubazioni devono essere coperte in tutta l'estensione di collaudo per non far loro superare lo temperatura massima 20°C.

8.11.2.1 Prova preliminare

Le operazioni da effettuarsi per lo prova preliminare sono:

1. Riempire lo condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria. Chiudere lo valvola di alimentazione dell'acqua e lasciare assestare lo condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

2. Mettere in pressione lo condotta alla pressione di collaudo PColi di 1,5 PN, non superando PN +5 bar, in un tempo massimo di 10 minuti.

3. Mantenere lo PColl per 30 minuti ripristinando lo caduta di pressione al valore PColl (fase di mantenimento).

4. Controllare nella successiva ora (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla PColl che non devono essere superiori al 30%. Se lo caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe lo prova, si eliminano le cause delle perdite, e dopo un riposo delle tubature di almeno un' ora, si riprende il collaudo. È necessario il superamento di questa prova per eseguire lo prova principale

8.11.2.2 Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (PAbb); per i successivi 30 minuti si deve controllare l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1.5 ore per ottenere una valutazione più sicura dei risultati). Se il valore di caduta di pressione rilevata dopo 30 minuti è <= 0,25 bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume dell'acqua scaricato durante lo riduzione di pressione. Se lo quantità del liquido è inferiore a quello calcolato il collaudo è positivo; se invece è superiore, lo prova deve essere ripetuta.

8.12. COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI CORRUGATE

Come previsto nel progetto di norma pr EN 13476-1, il sistema tubazione corrugata -manicotto è garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di -0,3 bar alla temperatura di 23°C. Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°). Il collaudo idraulico viene effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar. Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati; si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi (norma UNI EN 1610:1999 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura"). La norma prevede la possibilità di eseguire il collaudo con due diversi metodi:

- prova ad acqua (metodo "W");
- prova ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

I valori di riferimento per la pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati nel prospetto 3 in riferimento a "tubi in calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali" della norma UNI EN 1610. È consigliabile eseguire la prova di tenuta ad aria, essendo questa più rapida per motivi logistici rispetto a quella ad acqua. Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo ad aria, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma. La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo. La prova di collaudo è suddivisa nelle seguenti fasi:

- caricamento dell'aria nella condotta ad una pressione di 0,5 bar;
- raggiungimento della pressione di collaudo di circa 0,3 bar nella condotta; · assestamento del sistema per un periodo di circa 5 minuti;
- inizio del collaudo ad una pressione stabilizzata di 0,3 bar;
- verifica della perdita di pressione dopo un tempo prestabilito di 15 minuti.

La prova è da ritenersi positiva se il decadimento della pressione è inferiore del 10% rispetto alla pressione iniziale.

8.13. TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI

I raccordi e le valvole devono essere compatibili con le tubazioni scelte e comunque devono sempre essere preventiva mente approvate dalla Direzione Lavori. I sistemi di giunzione scelti dall'Impresa devono essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. In corrispondenza dei punti d'incontro delle tubazioni vengono realizzati dei pozzetti prefabbricati in cemento come da elaborati di progetto

9. GEOSINTETICI

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità e i certificati di prova dei rotoli approvvigionati, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geosintetici. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo. di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geosintetici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura. L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale. Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV. Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geosintetico, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

9.1. GEOTESSILI

GEOTESSILE TESSUTO. I geotessili tessuti sono strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche: fili di ordito (paralleli al senso di produzione) e fili di trama (perpendicolari ai primi), che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra e alla tipologia di tessitura, possono essere suddivisi in geotessili tessuti monofilamento, geotessili tessuti a "bandelette" (nastri appiattiti) e geotessili tessuti DOS.

GEOTESSILE NON TESSUTO. I geotessili non tessuti sono strutture piane composte da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate con metodi meccanici o termici. In relazione alla lunghezza delle fibre, i geotessili nontessuti agugliati possono essere a filamento continuo oppure a fibra corta ("fiocco"). Inoltre devono essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti; ·
- inattaccabili da microrganismi insetti e roditori;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;

- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- stabili agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti. Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001 :2000.

9.1.1. Protezione degli stati drenanti

Onde impedire la contaminazione degli strati drenanti dovranno essere posti in opera due strati di geotessile nelle posizioni indicate in progetto aventi le seguenti caratteristiche minime:

CARATTERISTICHE			NORME DI RIFERIMENTO
Proprietà meccaniche			
Resistenza nominale a trazione	KN/m	40	EN-ISO 10319
Allungamento alla resistenza nominale a trazione	%	16	EN-ISO 10319
In direzione ortogonale			
Resistenza nominale a trazione	KN/m	40	EN-ISO 10319
Allungamento alla resistenza nominale a trazione	%	12,5	EN-ISO 10319
Resistenza al punzonamento statico (CBR)			
Forza perforante	KN	5,5	EN-ISO 12236
Resistenza punzonamento dinamico (Cone drop)	mm	10	EN 918
Proprietà idrauliche e filtrazione			
Permeabilità all'acqua	m/s	0,014	EN-ISO 11058
Apertura caratteristica dei pori	micron	240	EN-ISO 12956
Durabilità			
Resistenza agli agenti atmosferici	%	>80	ENV 12224
Resistenza all'ossidazione	%	>50	ENV ISO 13438
Resistenza al degrado microbiologico	%	100	ENV 12225
Proprietà fisiche			
Massa per unita di area	g/mq	200	EN 965

9.1.2. Posa in opera del materiale

9.1.2.1 Manutenzione delle superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

9.1.2.2 Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o solleva menti. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

9.1.2.3 Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera. L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione. I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo. Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti. Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. L'Impresa deve inoltre assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni. Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito. I teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

9.1.3. Controlli in corso d'opera

9.1.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve controllata mediante lo verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore. Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geotessile.

9.1.3.2 Controlli sulla posa dei teli

Durante lo posa del geotessile, deve essere verificata lo rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco lo numerazione e lo disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti). La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità dei teli, e lo disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza. AI fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste viene prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 10.000 m2 di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (UNI EN 965);
- spessore (a 2kPa) (UNI EN 964-1);
- resistenza al punzonamento statico(UNI EN ISO 12236).

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti. tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo. Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

9.2. GEOMEMBRANE IN HDPE

9.2.1. Caratteristiche generali

La geomembrana omogenea in HDPE (Polietilene ad Alta Densità), che viene impiegata per l'impermeabilizzazione del capping superficiale dell'area in oggetto, deve rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche: Telo impermeabile costituito da una geomembrana in polietilene ad alta densità di spessore nominale pari a 2 mm fornita in rotoli di larghezza non inferiore a 6,0 metri.

Il manto sintetico impermeabile dovrà possedere i seguenti requisiti minimi :

REQUISITI MINIMI DEL PRODOTTO

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
COMPOSIZIONE DELL'HDPE:		
Polimero base (vergine, non rigenerato)	UNI 10358	≥ 97%
Nerofumo (contenuto)	ASTM D 4218 / UNI 9556	≥ 2%

CARATTERISTICHE FISICO – MECCANICHE

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
Densità	ASTM D1505 / UNI 7092/A	0,940 g/cm3
Spessore del manto	EN 1849-2 / UNI 8202/6	≥ 2,0 mm (LISCIO)
Tolleranza spessore	UNI 8202/6	± 10%
Resistenza a snervamento	EN ISO 527 –V / UNI 8208/8	≥ 15 N/mm²
Allungamento a snervamento	EN ISO 527 -V / UNI 8202/8	≥ 9%
Carico di rottura	UNI 8202/8	≥ 26 N/mm² (LISCIO)
Allungamento alla rottura	EN ISO 527 -V / UNI 8202/8	≥ 700% (LISCIO)
Resistenza alla lacerazione (con ritaglio)	ISO 34/1 / UNI 8202/9	≥ 130 N/mm
Flessibilità a freddo (senza fessurazioni)	UNI 8202/15 con mandrino	≤ - 40° C ≥ 3 mm

Resistenza al punzonamento statico	EN ISO 12236	> 6 KN
Resistenza al punzonamento dinamico	UNI 8202/12 (metodo A)	PD4
Stress cracking (fessurazione sotto tensione)	ASTM D1693	≥ 2000 h.
Stabilità dimensionale(1h/120°C)	UNI 8202/17	≤ 2% long. e trasv.
Larghezza teli		≥6 m

Ogni rotolo fornito dovrà essere testato risultandone i valori delle voci di seguito indicate certificati dalla ditta fornitrice:

- nome del produttore;
- il tipo di prodotto, il numero di matricola del rotolo ed il lotto di produzione;
- la tensione di snervamento e di rottura (ASTM D 638/IV o EN ISO 527-V);
- la deformazione a rottura (ASTM D 638/IV o EN ISO 527-V);
- la resistenza allo strappo (ASTM D 1004/C o ISO 34/1)
- la resistenza al punzonamento (EN ISO 12236)

Inoltre deve essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nell'area;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismL insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UVe agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti. Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001 :2000.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UNI 9556:1990 "Materie plastiche. Materiali a base di poliolefine. Determinazione del contenuto di nero di carbonio (carbon black) per pirolisi";

UNI EN 1849-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore e della massa areica. Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture";

UNI EN ISO 1183-3:2001 "Materie plastiche. Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari -Metodo del picnometro a gas";

UNI EN 12311-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione delle proprietà a trazione -Membrane di gomma e di materiale plastico per l'impermeabilizzazione di coperture";

UNI EN ISO 12236: 1999 "Geotessili e prodotti affini -Prova di punzonamento statico (metodo CBR)"; UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini -Identificazione in sito";

9.2.2. Controlli di qualità in fabbrica

La geomembrana in HDPE deve essere priva di fori. rigonfia menti. impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto deve essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal Produttore, previo benestare della Direzione Lavori. altrimenti si deve procedere all'eliminazione della parte difettosa. Ogni rotolo deve essere etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie ben visibile attribuito dal Produttore.

Componenti vergini Tutti gli ingredienti che concorrono a formare il materiale della geomembrana devono essere campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne lo rispondenza alle specifiche. Tale campiona mento comprende un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore. Vanno eseguite prove per determinare lo densità e l'indice di fluidità; inoltre si deve effettuare un'ispezione visiva per individuare eventuali contaminanti. Materiale in rotoli Il prodotto viene campionato almeno due volte per ogni turno di lavoro. I campioni vanno prelevati anche se non possono essere immediatamente sottoposti a prova. Di norma il campionamento viene effettuato dal personale del Produttore, anche se in qualsiasi momento deve essere garantita alla Direzione Lavori la possibilità di prelevare campioni a proprio piacimento. I campioni prelevati del materiale in produzione devono essere sottoposti a prove per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata. Copia dei certificati devono essere inviati alla Direzione Lavori. Devono essere effettuate ispezioni visive del telo per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

9.2.2.1. Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura deve essere del tipo consigliato e fornito dal Produttore e deve essere recapitato in cantiere entro gli originali contenitori, chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del Produttore, le modalità di conservazione ed immagazzinamento. La composizione del materiale estruso deve essere identica a quella della geomembrana.

9.2.3. Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

9.3.3.1 Referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti ed è l'unica e la sola responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale deve essere sottoposto alla D:L. per accettazione.

9.3.3.2 Referenze del posatore dei teli

L'impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente i dettagli di proprie precedenti esperienze nella posa di geomembrane in HDPE insieme ai nominativi e "Curriculum Vita e" del personale qualificato che intende proporre per l'installazione dei teli. Tale personale deve essere autorizzato dal Produttore alla posa di detto prodotto, e deve impiegare le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal Produttore stesso. Inoltre tutte le macchine saldatrici che verranno impiegate in cantiere devono essere dotate delle apposite certificazioni di conformità e di collaudo.

9.3.3.3 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in HDPE. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

9.3.3.4 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la saldatura dei teli in HDPE, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura. Il Produttore della geomembrana in HDPE deve fornire inoltre complete istruzioni scritte sulle modalità di ripristino del materiale. L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale. Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente, previa richiesta dell'Impresa e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV. Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

9.3.3.5 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche della geomembrana in HDPE, al fine di controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

9.3.3.6 Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

9.3.3.7 Posizionamento dei teli in opera

Prima dell'inizio di tutti i lavori, l'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori il piano di posa nel quale deve essere indicata la disposizione di tutti i teli ed il programma di posizionamento degli stessi. Durante la posa del manto, l'appaltatore dovrà riportare la successione della disposizione dei singoli fogli, individuati dal numero di matricola del rotolo, nonché delle saldature effettuate.

Inoltre, sullo stesso piano di posa, dovranno essere riportati i punti, la data ed i risultati dei collaudi. Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli sposta menti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o solleva menti e saldati al più presto. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C. L'Impresa deve fornire dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento. Le operazioni di saldatura dei teli non possono essere effettuate se lo temperatura di contatto misurata sulla superficie dei teli è superiore a +30°C.

9.3.3.8 Verbali di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

9.2.4. Controlli in corso d'opera

9.3.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore. Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia liscio e totalmente privo di ristagni di acque meteoriche o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana.

9.3.4.2 Controlli sulla posa dei teli

Durante la posa della geomembrana in HDPE, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti a cura dell'impresa).

La disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano il numero e la geometria delle giunzioni; in particolare si deve minimizzare il numero delle giunture, poiché rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione. La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, garantendo così la continuità della geomembrana, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza. AI fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste, viene prelevato un campione di geomembrana in HDPE ogni 10.000 m2 di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- sforzo a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- deformazione a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- resistenza al punzonamento statico(norma UNI EN ISO 12236).

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

9.3.4.3 Controlli sulla saldatura dei teli

Poiché la saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di impermeabilizzazione, essa deve essere realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche, secondo quanto richiesto dalla norma UNI 10567 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati". Il posatore deve esercitare la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal Produttore. Le saldature dovranno essere realizzate secondo le norme UNI 10567 1996, eseguite da specialisti qualificati con PATENTINO rilasciato dall'Istituto italiano della saldatura di Genova o da enti equivalenti dell'Unione Europea.
La saldatura dei teli può essere eseguita in due modi:

- a doppia pista con cuneo caldo:
- ad estrusione interposta a facce parallele.

Per le finiture (angoli, zone in cui non si può ricorrere alla saldatura a doppia pista) e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori. Non saranno permesse discontinuità o distacchi parziali del bordo del te lo superiore rispetto a quello inferiore. Ove tale difetto dovesse verificarsi, il materiale verrà smerigliato e saldato nuovamente. Qualsiasi punto del telo che si presenti danneggiato per abrasione, punzonamento o per qualsiasi altra manomissione verrà sostituito o riparato con un altro pezzo di telo.

9.3.4.4 Saldatura a doppia pista con cuneo caldo

Consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. Il giunto deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura non inferiore a 40 mm;
- larghezza del canale di pista non inferiore a 13 mm;
- larghezza di ciascuna pista non inferiore a 13 mm.

La saldatura dei teli dovrà avvenire in conformità alle UNI 28004690 del Luglio 1994 "Membrane in polietilene per l' impermeabilizzazione di discariche controllate: Criteri generali per la saldatura ed il controllo di qualità dei giunti saldati" ed alla norma UNI 10567. Questo tipo di saldatura si realizza per sovrapposizione di due teli che verranno giuntati da un'attrezzatura movente a cuneo caldo. La macchina di saldatura si sposta automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostatate raggiungerà la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 30 kg) ed alla durata del contatto, si salderanno fra loro. Poichè i rulli ed il cuneo si muovono secondo le direttrici di una doppia pista parallela, all'interno dei lembi saldati viene a crearsi un canale in cui gli stessi sono solo sovrapposti e che può essere successivamente utilizzato per testare la continuità e la tenuta della saldatura. Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi. sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

9.3.4.5 Saldatura ad estrusione interposta a facce parallele
(da utilizzarsi esclusivamente per riparazioni, raccordi, pareti verticali etc.);

Questo tipo di saldatura si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso poli mero tra i lembi da saldare, previo riscaldamento degli stessi con aria surriscaldata. Un piccolo estrusore portatile consente la fusione di un cordone di PE della stessa natura di quello da saldare e lo deposita sotto pressione nella zona di saldatura opportunamente preriscaldata mediante aria ad alta temperatura. La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo. Il cordone da saldatura deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura: 40 mm;
- spessore: 1 mm.

L'attrezzatura da saldatura impiegata deve essere in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto, cioè dove la macchina sta effettivamente fondendo il materiale del telo, in modo da assicurare che cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura. Per le finiture e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori. In questo caso si eseguirà dapprima una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda dei due lembi sovrapposti e pressati con apposito rullo. Successivamente il cordone di PE estruso, con le modalità sopra descritte, verrà depositato ed opportunamente pressato sulla faccia superiore dei due teli congiunti. Per facilitare l'adesione del cordone

estruso, con questa tecnica si dovrà smussare a meno di 45° il lembo del foglio superiore che verrà molato sulle due facce e si raddoppierà la larghezza della molatura del foglio inferiore. Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi. sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

9.3.4.6 Saldature campione

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m verrà eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere. La saldatura campione verrà etichettata con la data, la temperatura ambiente ed il numero di matricola della macchina saldatrice. I provini della saldatura verranno sottoposti a prove distruttive e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

9.3.4.7 Controllo qualità delle saldature effettuate in cantiere

L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione delle seguenti prove (norme UNI10567):

- prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura:
- prove distruttive: n.1 ogni 300 m lineari di saldatura:
- prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore deve fornire e mantenere in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

Prove non distruttive Tutte le saldature (100% delle giunzioni) devono essere provate in cantiere utilizzando:

- per saldature a doppia pista: prove di insufflazione di aria compressa nel canale tra i due lembi alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del telo:

temperatura manto °C	pressione in bar
da + 5 a + 20	5
da + 20 a + 35	4
da + 35 a + 50	3

La pressione d' aria viene mantenuta per 10 minuti ammettendo una caduta massima di pressione del 20%. La pressione va misurata con un manometro montato all' estremità del canale opposta a quella d' ingresso dell' aria compressa.

- per saldature per estrusione: attrezzature ad ultrasuoni.

In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni. le saldature saranno verificate come ritiene opportuno la Direzione Lavori. Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal Posatore, deve ispezionare visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa deve essere segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del Produttore.

Saldature a doppia pista
Il collaudo delle saldature a doppia pista si esegue insufflando aria compressa nel canale creato tra i due lembi saldati. In particolare, si muniscono i due terminali della linea saldata di bocchettoni a tenuta e si verifica l'effettivo passaggio dell'aria per tutta lo lunghezza del canale. Il collaudo vero e proprio consiste nel

verificare che l'aria compressa, immessa ad una pressione non inferiore a 4 atm non manifesti, dopo 15 minuti, un calo superiore al 15% del valore iniziale stabilizzato

Saldature per estrusione
Le giunzioni con cordone estruso interposto realizzano una struttura omogenea a facce parallele e possono essere collaudate con ultrasuoni. Il collaudo delle saldature per estrusione si esegue impiegando un rilevatore di ultrasuoni, costituito da una sonda emittente -ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura, evidenziandone eventuali discontinuità (variazione dello spessore del cordone interposto, bolle d'aria, eterogeneità del materiale).

Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.
Le giunzioni con cordone estruso sovrapposto non collaudabili con ultrasuoni, possono essere controllate a vista, forzando una punta metallica lungo tutta lo lunghezza del cordone oppure con altro modo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori. In alternativa, si può utilizzare una campana a vuoto posta sopra lo linea di saldatura previamente trattata con soluzione di sapone. Si aspira l'aria della campana fino a circa 0,06 MPa ed in caso di perdite, si osserva lo formazione di bolle.

Prove distruttive
Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m deve essere eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere; altre saldature di prova possono essere eseguite su richiesta dalla Direzione Lavori. La saldatura campione deve essere etichettata con data, temperatura ambiente ed numero di matricola della macchina saldatrice.

I provini della saldatura (larghezza 6+10 cm) devono essere sottoposti a due prove distinte:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30):
- prova di sfoglia mento o "peeling" (norma UNI 10567);

e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che lo saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo. Le saldature devono essere più robuste del materiale. Il campione di saldatura viene conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standards. Una volta che lo geomembrana è stata messa in opera, si prelevano campioni di saldature di teli già saldati con frequenza pari a quella riportata all'inizio del presente Paragrafo, da sottoporre alle seguenti prove:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30):
- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567).

Tutte le prove devono essere eseguite in presenza della Direzione Lavori.

Prova di trazione delle giunture Campioni tagliati con saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo lo saldatura in una configurazione a "trazione". Questo significa che il telo superiore viene sottoposto a sforzo rispetto a quello inferiore secondo una direzione che lo allontana dalla saldatura. Il test risulta positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore, senza il distacco dalla saldatura; risulta invece negativo quando si ha rottura della saldatura.

Prova di sfoqliamento o "peelinq" Campioni tagliati con lo saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare lo saldatura. Il test risulta positivo quando si rompe il telo; risulta invece negativo quando lo saldatura si

sfoglia. In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore. Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura. In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore. Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

9.3. GEOMEMBRANE IN VLDPE

9.3.1. Caratteristiche generali

La geomembrana omogenea in VLDPE (Polietilene Very Low Density), che viene impiegata per la copertura dei materiali accumulati nelle piazzole di stoccaggio, deve rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche: Telo impermeabile di spessore nominale pari a 2 mm fornito in rotoli di larghezza non inferiore a 6,0 metri.

CARATTERISTICHE	METODO DI PROVA	EQUIVALENTE a ASTM	UNITA'	VALORI
Spessore nominale	/	/	mm	2,00 ≤ +/- 10%
Densità	DIN 53479	ASTM D 792	g/cm	≥ 0,90
Indice di fluidità	DIN 53735 ISO 1133/18	ASTM D 1238	g/10 min	10
Piegatura	DIN 16726	ASTM D 1204	%	≤ 2,0
Resistenza alla lacerazione	DIN 53363	ASTM D 1004 O	N/mm	≥ 130
Assorbimento acqua	DIN 53495	ASTM D 570	%	≤ 1,0
Modulo di elasticità	ONORM S 2073	/	%	≥ 150
Allungamento allo snervamento	DIN 53455/6/4	ASTM D 638	%	≥ 70
Carico di snervamento	DIN 53455/6/4	ASTM D 638	N/mm	≥ 5,0
Allungamento a rottura	DIN 53455/6/4	ASTM D 638	%	≥ 700
Resistenza al punzonamento	DIN 16726	FTMS 101 C / Method 2065	Mm	≥ 750
Piegatura a bassa temperatura	DIN 16726	ASTM D 746	C°	- 40
Resistenza a radici	ONORM S 2073	/	/	Resistente
Resistenza chimica	ONORM S 2073	/	/	Resistente
Resistenza ai roditori	ONORM S 2073	/	/	Resistente

CARATTERISTICHE	METODO DI PROVA	EQUIVALENTE a ASTM	UNITA'	VALORI
Durezza	DIN 53505	/	/	≥ 70
Test acqua potabile	ONORM B 5014	/	/	Resistente

9.4.2 Saldature e Controlli

I metodi di saldatura e di controllo applicati sono quelli dei precedenti paragrafi per i teli in HDPE

10. MATERIALE INERTE DRENANTE

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte naturale (ghiaie) rispondente ai seguenti requisiti: contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 2 %; dimensione granulometrica: 50 - 100 mm; contenuto in carbonati: < 5 %; conducibilità idraulica 0.1 m/s Lo strato drenante deve avere uno spessore pari alla sagoma di progetto e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali. Non è ammesso l'impiego di materiale frantumato e/o riciclato.

10.1. STRATO DRENANTE PER ACQUE METEORICHE

Lo strato drenante per le acque meteoriche del capping dell'area è costituito da misto granulare di cava per uno spessore medio di complessivo di 0.3 m. Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

10.1.1 Controlli in corso d'opera

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 2.000 m3 di materiale posato:
- prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 2.000 m3 di materiale posato;
- contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 2.000 m3 di materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

11. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE DI FALDA E DI DRENAGGIO

Le apparecchiature degli impianti di sollevamento delle acque di falda e di drenaggio sono elettropompe sommergibili di media portata corredate dai relativi accessori elettrici ed idraulici. Le caratteristiche delle apparecchiature dovranno essere adeguate a quanto indicato in progetto e verificato nel progetto esecutivo.
Le caratteristiche peculiari delle elettropompe sommergibili sono l'estrema compattezza, robustezza, maneggevolezza, la bassa rumorosità e le ridotte dimensioni di ingombro, sono costituite da un motore elettrico alloggiato in un vano a tenuta stagna, collegato mediante un albero di lunghezza ridotta ad una girante semi-aperta.

- **Il motore elettrico** è asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo, **protezione IP 68, isolato in classe H.** E' previsto per funzionamento continuo, con sovraccarico massimo del 10% e raffreddamento in ambiente a temperatura +40°C. Sono consentiti fino a 15 avviamenti ora. La protezione del motore è assicurata da tre microtermostati incorporati nello statore.
- **Il sistema di raffreddamento interno chiuso,** evita problemi di intasamento nella campana di raffreddamento. Il liquido refrigerante, costituito da una mistura di acqua - monopropilene glicole, circola in un sistema di raffreddamento interno. Un'elica incorporata nella tenuta Plug-in pompa il liquido refregerante lungo il sistema.
- **La doppia tenuta integrata**, rende semplice il montaggio ed essendo una unità compatta, ha le superfici protette. E' una doppia tenuta con le superficie superiore ed inferiore che lavorano indipendentemente l'una dall'altra.
- **La camera di ispezione** , situata tra la tenuta ed i cuscinetti, contribuisce ad una elevata affidabilità di funzionamento, permettendo rapidi controlli e facile manutenzione. Un sensore in dotazione standard, trasmette un segnale di allarme in caso di riempimento della camera. Il sensore è collegato in serie con microtermostati condotti ad un relè di controllo posizionato nel quadro elettrico.
- **I cuscinetti** sono preingrassati con lubrificante Long-Life.
- **La girante** equilibrata staticamente e dinamicamente di tipo semi-aperto con diffusore autopulente.
- **I cavi di alimentazione elettrica**, specifici per uso sommerso ampiamente dimensionati.

Materiali

Fusioni principali	:	Ghisa GG 25
Girante e diffusore	:	Ghisa GG 25
Albero	:	Acciaio al carbonio / Acciaio inox
Viterie	:	Acciaio inox
Tenute meccaniche	:	Carburo di tungsteno / Carburo di silicio
Finitura esterna della pompa	:	Verniciatura

Installazione fissa nel pozzo : le pompe funzionano in completa o parziale immersione nel liquido da pompare. La pompa viene calata dentro il pozzo con l'ausilio di due tubi che la guidano fino al piede di accoppiamento, fissato sul fondo del pozzo. Il peso proprio della pompa realizza una perfetta aderenza fra la flangia di mandata della pompa ed il piede di accoppiamento.

COLLEGAMENTI IDRAULICI

Tubazioni	Acciaio non legato	Norma UNI 6363-84
	Materiale	Fe 360 per tubi di diametro fino a DN 200
		Fe 410 per tubi di diametro oltre DN 200
Curve	Ricavate da tubo senza saldatura in acciaio	Norma UNI 5788-66
	R = 1,5 D	
Flange	Piane da saldare a sovrapposizione	Norma UNI 2227-67 PN 10
	Materiale	Acciaio Fe 410

Protezione delle superfici metalliche a base epossi-catrame

a) spazzolatura o sabbiatura
b) uno strato di primer del tipo zincante inorganico
c) due strati di pittura epossi-catrame

QUADRO ELETTRICO DI POTENZA - QUADRO DI AUTOMAZIONE

Prescrizioni generali

Le apparecchiature saranno montate in armadi/casse metallici chiusi, non ventilati. Il trattamento delle carpenterie prevederà: sabbiatura, uno strato di zincante inorganico e due strati di vernice a finire.
Nelle versioni per esterno, le carpenterie in lamiera saranno alloggiate in contenitori in vetroresina o poliestere, adatti per posa a parete, pavimento o colonnina.
L'accesso alle apparecchiature sarà possibile mediante portelle apribili a cerniera e munite di serrature.
La massima cura sarà dedicata all'impedire che le persone vengano accidentalmente in contatto con le parti sotto tensione: in particolare saranno previsti interruttori/sezionatori che impediscono l'apertura delle portelle nella posizione di sezionatore/interruttore chiuso, oppure dispositivi che determinano lo sgancio elettromeccanico degli interruttori all'apertura delle portelle.
I cavi di alimentazione entreranno, per quanto possibile, dalla parte bassa dell'armadio per collegarsi direttamente all'interruttore generale, oppure ad appositi morsetti, protetti da una piastra isolante con indicato l'avvertimento: "Attenzione, parti sempre in tensione".

Sia le portelle che i pannelli laterali in lamiera saranno collegati a terra mediante conduttore giallo-verde di sezione minima 6 mm^2 . I conduttori di collegamento tra le varie apparecchiature saranno alloggiati in apposite canaline di plastica autoestinguenti; il grado di riempimento di queste ultime non supererà il 70% della sezione disponibile. Ciascun conduttore è distinto mediante anellini numerati componibili, applicati alle estremità del conduttore stesso e riproducenti la numerazione che lo caratterizza sullo schema elettrico. Tutti i conduttori sono provvisti di adeguati capicorda.

All'interno del quadro di comando i collegamenti sono realizzati con cavo unipolare flessibile; la densità di corrente non è superiore a 3A/mm^2, con una sezione minima di 2,5 mm^2 per i circuiti di potenza e 1,5 mm^2 per i circuiti di comando.

La colorazione dei conduttori è la seguente:

nero	:	circuiti di potenza
rosso	:	circuiti di comando
giallo-verde	:	collegamenti di messa a terra

Targhette indicatrici di colore nero con scritte pantografate sono posizionate in corrispondenza di ogni interruttore e lampada. Il posizionamento delle varie apparecchiature è tale da permettere la facile sostituzione. Ciascun quadro è dotato di apposita tasca porta schemi.

Componenti Principali:

Interruttori

Gli interruttori sono con apertura simultanea delle fasi e del neutro, muniti di protezioni contro i sovraccarichi e/o corto circuito con intervento istantaneo, rispondenti alle norme CEI ultima edizione.

Le caratteristiche elettriche degli interruttori sono di seguito riassunte:

tensione d'esercizio	: 380 V
frequenza	: 50 Hz
corrente nominale	: fino a 2000 A
comando	: manuale
esecuzione	: fissa

Morsettiere circuiti ausiliari

calibro minimo	: 2,5 mm^2

Amperometri e voltmetri elettromagnetici tipo quadrato da incasso:

scala	: 90 gradi
classe di precisione	: 1,5
fondo scala voltmetri	: 500 V
fondo scala amperometri	: secondo utenza

Contattori

I contattori sono di tipo compatto per servizio gravoso, con protezione fusibili, termico e relè di inserimento.

corrente nominale	: fino a 550 A
tensione alimentazione bobina	: 24/110 V
esecuzione	: fissa

Sistema di automazione locale e telecontrollo:

I quadri elettrici, per le funzioni di automazione locale saranno equipaggiate di centraline della serie FMC.

Il controllore FMC 40 è una apparecchiatura di automazione locale per il controllo di stazioni di sollevamento fino a quattro pompe. Rilevamento del livello nel pozzo mediante sensore piezoresistivo, non incluso.

E' dotata di microprocessore, memoria di programma e memoria dati. Dispone di 16 ingressi digitali (DI); 8 uscite digitali (DO), 4 ingressi analogici (AI).

Il controllore fornisce le seguenti informazioni leggibili su display alfanumerico:

- numero degli avviamenti per ciascuna pompa
- ore di funzionamento di ciascuna pompa
- portata calcolata per ciascuna pompa
- calcolo portata in ingresso e volume pompato
- portata istantanea complessiva in ingresso, in uscita e di sfioro e loro totalizzazione
- livello in vasca
- stati ed allarmi

Il controllore è inoltre predisposto in termini di Hardware e Software per effettuare le seguenti funzioni:

- memorizzazione di 100 allarmi con descrizione dettagliata
- gestione completa di 4 pompe (alternanza, max numero di pompe in funzione contemporaneamente, max numero avvii/ora, max tempo di funzionamento)
- livello avvio pompe su banda variabile per evitare depositi sulle pareti della vasca

- monitoraggio tempo di sfioro, numero di sfiori e volume sfioro
- controllo mancanza alimentazione
- password di accesso

Con opportuno upgrade al software e corredato di modem di comunicazione, il controllore è in grado di funzionare come centralina periferica di telecontrollo in collegamento con un centro di controllo munito di software tipo (SCADA) AquaView.

STRUMENTAZIONE

Regolatore di livello a variazione di assetto.

E' costituito da un involucro in materiale sintetico con incorporato un deviatore sensibile collegato ad un cavo elettrico. In condizioni operative, il regolatore viene sospeso all'interno del pozzo ad un'altezza desiderata: il liquido salendo e scendendo fa cambiare posizione al regolatore e il deviatore al suo interno chiude o apre il circuito elettrico di controllo. L'impulso così generato è utilizzato per attivare o disattivare una elettropompa oppure azionare un segnale di allarme. Ad ogni regolatore è possibile associare solo un livello caratteristico.

Normalmente posizionato su apposita staffa di sostegno, è anche utilizzato come dispositivo di emergenza per assicurare il controllo della stazione anche in caso di avaria della strumentazione elettronica principale.

Dati Tecnici

• Temperatura	:	min. 0°C	max 60°C
• Peso specifico del liquido	:	min. 0,95 Kg/dm^3	max 1,10 Kg/dm^3
• Profondità di immersione	:	max 20 m.	
• Grado di protezione	:	IP 68	

Materiali

• Corpo	:	polipropilene
• Manicotto di protezione cavo	:	gomma EPDM
• Cavo	:	neoprene

Sensore piezoresistivo

Il sensore piezoresistivo si basa sul principio della rilevazione della pressione idrostatica generata da una colonna di liquido sovrastante. Tale pressione dipende dalla densità del fluido, l'uscita del sensore sarà proporzionale al livello del liquido a parità di densità.

L'elemento sensibile, alloggiato in una struttura in acciaio inox, dispone di un cavo ventilato in grado di compensare variazioni di pressione atmosferica e di un sistema in grado di annullare variazioni di resistenza del sensore dovute a sbalzi di temperatura.

- Principio di misura a pressione idrostatica
- Campo di misura 0-10 metri c.a.
- Elemento sensibile in ceramica
- Alimentazione 12-30 V cc., uscita 4-20 mA
- Lunghezza cavo 20 metri
- Materiali corpo in acciaio inox AISI 316L
- Cavo in polietilene
- Grado di protezione IP68

IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra comprende il dispersore, il collettore principale di terra, la messa a terra delle masse elettriche e delle masse estranee.

Realizzato con dispersori e conduttori in rame del tipo e sezione come di seguito evidenziato:

- Dispersori verticali in acciaio zincato a croce L = 2m;
- Dispersore orizzontale in corda di rame nudo da 50 mm2;
- Conduttori di protezione in corda di rame isolata giallo - verde di sezione pari a:

Sezione S dei conduttori di fase dell 'impianto in mm 2	**Sezione minima dei conduttori di protezione (Sp) in mm 2**
S ≤ 16	Sp = S
16 < S < 35	16
S < 35	Sp = S / 2

- conduttori equipotenziali in corda di rame isolata giallo-verde di sezione pari a:

Conduttore equipotenziale principale	**Conduttore equipotenziale supplementare**
Sp ≥ Sp1(1) / 2 Con un minimo di 6 mm^2	Sp ≥ Sp1(2) / 2 Se collega due masse
Con un massimo di 25 mm^2 se il conduttore è di rame o di altro materiale di pari conduttanza o impedenza	Sp ≥ Sp3(3) / 2 Se collega una massa ad una massa estranea
1) Sp1 = Sezione del conduttore di protezione, la più elevata. 2) Sp2 = Sezione del conduttore di protezione più piccolo collegato alle masse, la più piccola; 3) Sp3 = Sezione del corrispondente conduttore di protezione da cui deriva	

12. SPECIFICHE TECNICHE SISTEMA DI RIMOZIONE SURNATANTE

Il sistema di recupero per il prodotto surnatante da installare sarà costituito in maniera indicativa ma non esaustiva dai seguenti componenti:

- Sistema di recupero passivo del LNAPL da collocare nel Pz11
- Sistema di recupero attivo del LNAPL da collocare nel Pz04 e Pz13

Il sistema di recupero passivo del LNAPL sarà costituito da n. 1 Skimmer passivo a membrana collocato nel piezometro Pz11, dotato di serbatoio da 3 litri da svuotare manualmente, periodicamente. Il sistema dovrà essere in grado di rimuovere fino ad un velo il prodotto surnatante e non dovrà necessitare di pompe.

Lo skimmer passivo a recupero selettivo di prodotto, del diametro esterno di 2,8", dovrà essere dotato di galleggiante che garantisca una effettiva escursione di falda di almeno 46 cm e di membrana selettiva idrofobica per permettere il passaggio del solo prodotto.

Il sistema di recupero attivo del LNAPL da collocare nel Pz04 e Pz13 sarà costituito da n.2 Skimmer attivi a gravità in grado di rimuove fino a 1-2 cm di prodotto, da associare a n. 2 pompe pneumatiche, n. 1 filtro regolatore per aria completo di manometro 0 – 10 bar, n. 1 compressore e n. 1 serbatoio di accumulo del prodotto surnatante munito di livello stato e la relativa raccorderia.

Lo skimmer attivo a gravità del diametro esterno di 47,6 mm, dovrà essere munito di galleggiante calibrato per posizionarsi sull'interfaccia acqua – olio e garantire una escursione di falda fino a 61 cm.

L'unità pompante, preposta a mandare il prodotto in superficie in ognuno dei due piezometri, dovrà essere costituita da una pompa pneumatica con corpo in acciaio e raccorderia in ottone, in grado di estrarre 110 cm^3 di prodotto durante ogni ciclo e munita di valvola di non ritorno. Tale tipologia di pompa non necessita di centralina di controllo esterna e dovrà consentire l'impostazione dei tempi di ciclo tramite una vite in testa pompa.

Il serbatoio di accumulo dovrà essere munito di livellostato pneumatico di "troppo pieno" per l'eventuale blocco automatico del sistema.

Il serbatoio di accumulo prodotto, della capacità di 1m^3, dovrà essere in polietilene lineare atossico ad alta densità, resistente agli urti e agli agenti chimici, resistenti agli sbalzi di temperatura (-40°C + 60°C), avente alta resistenza fotometrica ai raggi UV e struttura monolitica priva di punti critici.

L'area di collocazione del sistema di recupero prodotto dovrà essere opportunamente recintata con rete metallica romboidale e munita di opportuna cartellonistica.

Durante le attività di rimozione del surnatante presente in falda, sarà effettuata un'investigazione di dettaglio tesa alla stima effettiva del prodotto libero da rimuovere durante l'intervento di messa in sicurezza permanente.

13. CAPITOLATO IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE DI FALDA (TAF)

13.1. DESCRIZIONE LINEA DI TRATTAMENTO

L'impianto trattamento acque ha una portata di progetto è di 50 m^3/h, pari a quella determinata dalla simulazione del flusso dal dreno di raccolta delle acque di falda. Al fine, comunque, di poter garantire eventuali picchi di ingresso delle acque, sono state concepite due linee per il trattamento acque, ciascuna con la possibilità di trattare fino a 50 m^3/h, per una potenzialità di trattamento nominale di 100 m^3/h.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione dell'impianto di trattamento. Per maggiori dettagli fare riferimento alla *Relazione impianto trattamento acque di falda* facente parte del Progetto Definitivo.

13.2. LINEA ACQUE

Le acque da trattare giungono all'impianto tramite pompaggio e vengono accumulate in un bacino in calcestruzzo (completamente fuori terra).

13.2.1.1. Stoccaggio iniziale

Il volume di stoccaggio iniziale è stato scelto in modo da coprire un downtime dell'impianto di 6 ore, ritenuto sufficiente per riparare malfunzionamenti che possono porre fuori uso entrambe le linee. Il volume del serbatoio sarà dunque di 300 mc, con dimensioni nette 14x7xhu=3 m H=3.5 m (hu= altezza utile acqua, H= altezza netta muro).

Come accennato le linee potranno operare ordinariamente con una in stand-by ed una in operazione, ovvero, in caso di basse efficienze a pieno carico di linea (50 mc/h), la portata potrà essere parzializzata su ciascuna linea (25 mc/h) garantendo tempi di contatto e cinetiche di abbattimento migliori.

Dal bacino di accumulo aspirano n° 3 pompe monoblocco ad asse orizzontale (P1 A/B/C), una per ogni linea più una di stand-by per entrambe. Ciascuna pompa avrà una portata Q=50 m^3/h e una prevalenza di 1 bar, a girante aperta arretrata per evitare intasamenti, sezione libera di passaggio 100 mm. La prevalenza è tale da assicurare il flusso attraverso i reattori di flocculazione e sedimentazione per la rimozione dei solidi sospesi.

13.2.1.2. Acidificazione ed ossidazione

Le tubazioni di adduzione dalle pompe P1 A/B/C al successivo stadio di trattamento fungeranno da sistema di flash mixing per far maturare il tempo di contatto necessario tra i reagenti e le acque da trattare.

Sia le reazioni di acidificazione che di ossidazione con idonei ossidanti hanno cinetiche estremamente rapide (pochi secondi) per cui è possibile effettuare la miscelazione in linea. Al fine di massimizzare il contatto tra le soluzioni di ossidante e la linea acque, verrà utilizzato un miscelatore statico in linea in teflon per resistere all'aggressività dei fluidi. Nei tratti di tubazione di adduzione delle acque a valle dell'immissione delle soluzioni per correzione dello stato di ossidazione, verrà posto uno static mixer di dimensione di almeno 80 cm per massimizzare la miscelazione e reazione dei fluidi.

Per la acidificazione ed ossidazione sono previsti n° 2 serbatoi in polietilene rinforzato in fibra di vetro (PRFV), uno per la soluzione di correzione pH con acido cloridrico ed uno per lo stoccaggio di clorito di sodio, necessario alla formazione dell'ossidante ClO_2. Ciascun serbatoio avrà una capacità di 5000 lt e sarà equipaggiato con n° 3 pompe dosatrici (una per linea più una di stand-by per entrambe).

Le pompe dosatrici della soluzione di correzione pH con HCl (PH A/B/C) saranno del tipo con regolazione automatica della portata con segnale 4/20 mA proveniente da misuratore di pH, ed erogheranno la soluzione acida direttamente nei serbatoi di flocculazione, per garantire un pH=7 nel bacino di accumulo delle acque chiarificate a valle dei flottatori in cui sarà installato il misuratore di pH che retroazionerà le pompe.

L'unità di produzione ClO_2, con potenzialità di circa 2 kg/h, utilizzerà clorito di sodio in soluzione commerciale al 28% ed acido cloridrico in soluzione commerciale al 33%, secondo la seguente reazione:

$5NaClO_2 + 4HCl = 4ClO_2(g) + 5NaCl + 2H_2O$

Si stima un consumo giornaliero di $NaClO_2$ e di HCl rispettivamente di 170 e 260 l/d. L'installazione sarà completa del sistema di adduzione dell'acqua di diluizione e l'acqua motrice della soluzione di ClO_2 prodotta.

La concentrazione massima dei nitriti riscontrati nelle acque nella campagna del 2010 (3,3 mg/L) risulta superiore al limite di 0,6 mg/l previsto per lo scarico in acque superficiali. L'utilizzo del Biossido di Cloro come ossidante consentirà l'ossidazione chimica dei nitriti in nitrati.

Le pompe di dosaggio del biossido di cloro (P-Cl A/B/C) saranno controllate a retroazione con segnale 4/20 mA proveniente da misuratore di cloro-residuo, con offset opportunamente tarato per tener conto dei cloruri naturalmente presenti nelle acque e quelli aggiunti dalla acidificazione con HCl.

Per l'impianto sono previsti n° 2 misuratori di pH, ORP e cloro-residuo con segnale in uscita 4/20 mA, uno in funzione e uno stand-by, alloggiati nel bacino di accumulo delle acque chiarificate a valle dei flottatori (si veda in seguito) e direttamente collegati alle pompe dosatrici.

Ai fini dell'ottimizzazione del trattamento dell'acqua di falda, in fase di progettazione esecutiva, dovranno essere effettuati specifici test di laboratorio al fine di valutare l'efficacia del trattamento di rimozione dell'azoto nitroso, la possibile interferenza dell'ossidazione chimica sia con la presenza degli idrocarburi (consumo eccessivo di biossido di cloro) e sia con le successive fasi di trattamento a carboni attivi.

In funzione dei risultati ottenuti potrà essere valutata la possibilità di posizionare l'unità a carboni attivi prima dell'unità di ossidazione dello ione nitrito.

13.2.1.3. Flocculazione e flottazione

L'aggiunta di un flocculante per la rimozione dei solidi sospesi in linea costituisce lo stadio di flash-mixing previsto nei sistemi di chiari/flocculazione che includono le seguenti fasi:

1. Flash mixing (contatto rapido per pochi secondi) per consentire la coagulazione
2. Flocculazione (contato di durata variabile tra 15 minuti ed 1 ora)
3. Sedimentazione/chiarificazione acque con separazione dei fiocchi

La scelta del flocculante più opportuno potrà essere effettuata in fase di progetto esecutivo o in fase di avviamento dell'impianto con semplici prove di laboratorio.

Come già accennato sopra, la stessa linea di adduzione acque dai serbatoi di accumulo ai successivi stadi, opportunamente attrezzata con miscelatori statici in linea, fungerà da reattore di flash mixing.

L'unità di preparazione e dosaggio automatico flocculante sarà costituito da un serbatoio rettangolare diviso in due o più comparti. Il primo comparto, di diluizione, è dotato di tramoggia di carico del flocculante, dosatore completo di motovariatore, agitatore veloce per la miscelazione del polielettrolita, sistema di adduzione dell'acqua di diluizione completo di elettrovalvola, misuratore di portata e riduttore di pressione; il secondo comparto, di maturazione e stoccaggio, funge da accumulo della soluzione ed è dotato di agitatore lento e sistema di aspirazione e mandata della soluzione di polielettrolita.

La concentrazione della soluzione di flocculante si potrà settare in un intervallo variabile tra 0.1% e 0.5% in peso. La portata nominale del sistema sarà di 500 lt/h, potenza installata 0.54 kW, completo di n° 3 pompe dosatrici (P-06 A/B/C), due in funzione (una per linea) e una in stand-by.

L'acqua da trattare, dopo l'iniezione in linea del biossido di cloro, acido cloridrico e flocculante, viene immessa in due bacini di flocculazione in metallo (uno per ogni linea). Ciascun bacino ha un diametro di 3,4 m ed una altezza netta di 3 m, Ht= 3,5 m (volume 27 m^3), realizzato completamente fuori terra. A carico massimo, nell'ipotesi di offset di una linea, il tempo di residenza idraulico del reattore di flocculazione sarà di 30 min.

Ciascun bacino sarà equipaggiato con n° 1 elettroagitatore necessario per generare la turbolenza necessaria alla formazione di fiocchi stabili.

Si prevede, quindi l'utilizzo di un elettroagitatore a cancello in acciaio AISI 316, di dimensioni D=1,2 m e L=2,5 con superficie complessiva di 2 m^2, connessa ad un motore da 0,2-0,4 kW con velocità di rotazione di 50 rpm.

Sulla sommità di ciascun bacino di flocculazione è prevista una passerella metallica di larghezza 1000 mm, dimensionata per sopportare, oltre al peso proprio, i carichi dinamici dovuti all'agitatore e un sovraccarico di 250 kg/m^2 dovuto agli operatori. La passerella sarà completa di ringhiera su entrambi i lati e scala di accesso a pioli.

La sezione successiva sarà costituita da un sistema di flottazione ad aria disciolta.

La flottazione ad aria disciolta (DAF) è un processo chimico-fisico utilizzato per trattare le acque contenti idrocarburi e solidi sospesi.

Le acque flocculate dai bacini metallici fluiranno per gravità verso la parte inferiore del reattore di flottazione, mediante una tubazione.

Nella tubazione di adduzione al flottatore viene immessa in linea acqua pressurizzata, proveniente dal ricircolo dell'impianto, in quantità variabili tra il 10% ed il 20% in volume, a seconda della tipologia di inquinanti da rimuovere. Il flottatore ha dimensione trono–conica ed il funzionamento ottimale si ha per velocità di risalita dell'acqua comprese tra 3,5 ed 8 m/h, con migliori prestazioni ovviamente per tempi di residenza più alti (velocità più basse). A carico volumetrico massimo, nell'ipotesi di offset di una linea, si ipotizza una velocità di filtrazione di 6-7 m/h, che comporta una superficie di flottazione di 7-8 m^2, per cui si assumerà un diametro del flottatore compreso tra 2,8 e 3,2 m. In condizioni di funzionamento delle due linee in parallelo (circostanza che si verificherà quasi sempre), il carico idraulico su ciascun flottatore sarà dimezzato, come le velocità di filtrazione ed i conseguenti tempi di residenza maggiori offriranno le prestazioni ottimali. Dati di letteratura e di esercizio di tale tecnologia consentono abbattimenti superiori al 75% per il COD e riduzioni di 80-90% di idrocarburi, a seconda della tipologia e quantità di flocculanti aggiunti.

I tempi di residenza ottimali sono compresi tra 30 minuti ed un ora e variano ovviamente in funzione della quantità di acqua di ricircolo che varia la dimensione le velocità di risalita delle bolle. Come parametro di progetto si prevede che il flottatore abbia un altezza compresa tra 3 e 3.5 m, calcolata da terra alla sezione di sfioro del flottato.

L'acqua trattata da ciascun flottatore verrà raccolta in uno stramazzo circolare e defluirà per gravità in un unico bacino di accumulo metallico (completamente fuori terra) con diametro D=2,2 m ed altezza di 2 m, Htot=2.5 m (volume ca. 8 m^3), da cui saranno anche prelevate le acque per alimentare lo stadio di filtrazione GAC (v. poi).

L'acqua pressurizzata per il funzionamento del flottatore è assicurata da n°4 pompe (PP-1 A/B e PP-2 A/B), del tipo multistadio verticali, una in funzione e una in stand-by per ciascuna linea, che pescano dal serbatoio stoccaggio acque trattate a valle della filtrazione (v. poi). Ciascuna pompa dovrà garantire che, in caso di offset di una linea, con conseguente carico idraulico sul flottatore di 50 mc/h, sia assicurato il flusso di ricircolo max di acqua pressurizzata pari a 10 mc/h (20% portata trattata). Ciascuna pompa avrà una portata Q=10 m^3/h e una prevalenza di 6,5 bar, monogirante a 2900 r.p.m., 2 poli, 400V, 50Hz, 3 fasi con una potenza installata di 2.5 kW.

Il sistema di pressurizzazione prevede anche n° 2 serbatoi in pressione da 500 litri l'uno, uno per ogni linea, progettati per una pressione di 10 bar e n° 2 compressori, uno per linea, con potenza installata 2.2 kW. Tali compressori saranno anche utilizzati per fornire aria compressa per l'azionamento delle valvole automatiche a comando pneumatico delle altre apparecchiature.

La potenza totale installata per il flottatore è pari a 6 kW. Esso sarà realizzato con vasca in carpenteria metallica comprendente anche una passerella metallica di larghezza 1000 mm, dimensionata per sopportare, oltre al peso proprio, i carichi dinamici dovuti al flottatore e un sovraccarico di 250 kg/m^2 dovuto agli operatori. La passerella sarà completa di ringhiera su entrambi i lati e scala di accesso a pioli. Il materiale utilizzato sarà AISI 316L.

Dall'unico bacino di accumulo delle acque di scarico dai flottatori, pescheranno anche le pompe di alimentazione della successiva stazione di filtrazione. La portata di acqua da alimentare alla sezione di filtrazione sarà pari alla portata in ingresso all'impianto (50 mc/h) più la portata dell'acqua pressurizzata di ricircolo dal serbatoio di stoccaggio finale ai due flottatori ad aria indotta, pari a 10 mc/h max. Sono previste n° 3 pompe monoblocco ad asse orizzontale (P-R1 A/B/C), una per ogni linea più una di stand-by per entrambe. Ciascuna pompa avrà una portata Q=60 m^3/h e una prevalenza di 2,5 bar, monogirante a 2900 r.p.m., 2 poli, 400V, 50Hz, 3 fasi con una potenza installata di 4 kW.

I fanghi dal fondo e dalla superficie del flottatore fluiscono per gravità verso un bacino di accumulo fanghi fuori terra in carpenteria metallica. Le caratteristiche di tale serbatoio sono specificate nella sezione fanghi.

13.2.1.4. Filtrazione

Si prevede di installare n° 3 filtri a carbone attivo, due in funzione e uno di riserva, quest'ultimo utilizzato durante la fase di controlavaggio di ciascuno dei due in funzione.

Assumendo una concentrazione massima di idrocarburi in ingresso all'impianto di 11 mg/l (valore massimo riscontrato nel piezometro PZ17 nella campagna del 2010), il flottatore potrà garantire una rimozione minima dell'80% dei TPH in ingresso. Conseguentemente, la condizione più gravosa di esercizio dell'impianto prevederà un carico di idrocarburi in ingresso ai filtri a carboni attivi di 2,5 ppm.

La portata di acqua in ingresso ai filtri sarà pari, come già detto sopra, a 50 +10 = 60 mc/h, tenendo conto dell'acqua pressurizzata di ricircolo dal serbatoio di stoccaggio finale ai due flottatori ad aria indotta.

Nelle condizioni reali di esercizio i 3 filtri saranno tutti in funzione con portata di 20 m^3/h. Nella condizione in cui un filtro è in offset, la portata in ingresso per ciascuno di essi sarà pari a 30 m^3/h.

Per poter procedere, a questo punto, al calcolo delle caratteristiche del letto e quindi al dimensionamento della colonna di adsorbimento, sarebbe necessaria l'esecuzione di prove di laboratorio per ricavare le "curve di breakthrough", che riportano l'andamento della concentrazione di effluente o del rapporto C_e/C_0 (C_0 = concentrazione influente) in funzione del tempo, o dei volumi di letto eluiti, e danno informazioni sulla cinetica dell'adsorbimento. Per l'impossibilità di ricavare tali informazioni, si è seguita la comune pratica del settore, dimensionando il letto di adsorbente in maniera conservativa. Partendo da un valore ottimale di velocità di filtrazione nella condizione di esercizio di due filtri (1 in offset) pari a 6 m^3/m^2/h, l'area del filtro risulta pari a 5 m^2 ed il suo diametro sarà dunque D=2.45 m.

Nelle condizioni di massima criticità, con un filtro in offset ed uno in controlavaggio (circostanza che occorrerebbe per pochi minuti a settimana, secondo quanto previsto per il ciclo di controlavaggio sotto descritto), la velocità di filtrazione sarebbe di 12 m^3/m^2/h, valore ancora accettabile. Con tale sezione di filtrazione, nelle condizioni di normale funzionamento con i 3 filtri in esercizio, si avrebbe una velocità di 4 m^3/m^2/h, idonea all'adsorbimento anche di specie chimiche con cinetiche lente.

Per il calcolo dell'altezza del filtro, si considera il cosiddetto EBCT (Empty Bed Contact Time), cioè il tempo di contatto della soluzione con l'adsorbente, definito semplicemente come rapporto tra il volume del letto e la portata di influente. I valori tipici di EBCT sono riportati in letteratura per una serie di composti, in funzione della differenza di concentrazione tra influente ed effluente e del carico idraulico superficiale (rapporto tra portata e superficie del letto). L'intervallo tipico di variabilità per l'EBCT è tra 2 e 20 minuti. Nel nostro caso si è assunto come EBCT il valore compreso nell'intervallo 10 -15 minuti. Il Volume del filtro è pari dunque a :

Volume Letto (m^3) = EBCT (h) x Portata Influente (mc/h)

Nelle condizioni più gravose, di portata massima su un filtro di 60 mc/h che accade con 1 filtro in offset ed uno in controlavaggio, il volume è pari a 12.5 mc. Il dimensionamento della colonna deve prevedere, rispetto al volume del letto, almeno un 30% in più, per tener conto dell'espansione di quest'ultimo nelle operazioni di controlavaggio. Il volume complessivo per l'adsorbitore diventa quindi:

V_{vessel} = 12.5 m^3 x 1.30 = 16.25 m^3

e l'altezza del vessel:

H_{vessel} = 16.25 m^3 / 5 m^2 = 3.25 m $\cong$ 3.50 m

H_{tot} = 4 m

Di seguito si riassumono le caratteristiche di ciascun filtro:

Diametro:	2500 mm
Altezza materiale filtrante:	2500 mm
Altezza totale:	4000 mm circa
Portata massima:	60 m³/h
Pressione di esercizio:	2.5 bar

Pressione di progetto:	5 bar
Valvole in e out:	DN 150 PN10 con attuatore pneumatico
Peso a vuoto:	3300 kg
Quantitativo GAC	5625 kg
Peso in funzione:	19000 kg circa
Passi uomo:	DN 450 PN10
Valvole sfera s/carico GAC	DN 100

Lo spessore del fasciame e dei fondi bombati andrà calcolata nel progetto esecutivo tenendo conto della Normativa vigente e/o della normativa tecnica di settore. La normativa vigente in tema di progetto e/o verifica degli apparecchi in pressione è il Decreto Legislativo n° 93/2000, che recepisce la Direttiva Apparecchi a Pressione, comunemente detta PED dalla denominazione inglese Pressure Equipment Directive (97/23/CE).

Il recipiente in oggetto è esclusa dalla direttiva in base all'art. 3 comma 3 del DLgs n. 93/2000. Tale articolo consente l'immissione sul mercato e la messa in servizio delle attrezzature e degli insiemi aventi caratteristiche inferiori o pari ai limiti fissati rispettivamente dal comma 1, lettere a), b) e c), e dal comma 2 del medesimo DLgs, purché progettati e fabbricati secondo la corretta prassi costruttiva in uso nello Stato di fabbricazione appartenente all'Unione europea o aderente all'Accordo istitutivo dello Spazio economico europeo, che garantisca la sicurezza di utilizzazione. Tali attrezzature e insiemi non recano la marcatura CE, sono corredati da sufficienti istruzioni per l'uso e hanno marcature che consentono l'individuazione del fabbricante o del suo mandatario stabilito nel territorio comunitario.

In Italia sono state approntate a partire dagli anni '70, prima dall'ANCC e poi successivamente dall'ISPESL, le norme per la costruzione degli apparecchi a pressione (cfr. DM 21/11/1972 e s.m.i.) e delle relative specifiche tecniche applicative. Per la progettazione esecutiva del recipiente in oggetto si potrà adottare il codice di calcolo e/o verifica della "*Raccolta VSR*".

Il vessel dovrà essere realizzato in modo da resistere internamente al contatto continuo con acqua di mare. Esso dovrà essere completo di gruppo valvole manuali o automatiche, attacchi flangiati per carico/scarico carbone, valvola di sicurezza, bulloneria zincata, guarnizioni e manometri indicanti la pressione di esercizio a monte e a valle per determinare le perdite di carico. I materiali e le caratteristiche costruttive del vessel dovranno essere rispondenti alla normativa vigente, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di corrosione.

Il carbone attivo in forma granulare che si intende utilizzare nella colonna è di tipo 12x40 (costituito da particelle che passano attraverso un setaccio standard da 12 mesh -1.70 mm - e trattenute da un setaccio da 40 mesh - 0.42 mm), in quanto le acque da trattare sono a basso contenuto di solidi sospesi a seguito del trattamento di chiarificazione.

Le caratteristiche complete del carbone attivo dovranno rispettare le seguenti specifiche.

Umidità:	< 5%	(ASTM D2867-70)
Indice di IODIO:	> 950 cc/100g	(AWWA B600-78)
Indice blu di METILENE:	> 14 cc/0,1g	(CEFIC – 86)
Massa volumica apparente:	~ 450 kg/m³	(ASTM D2854-70)
Durezza:	~ 85%	(ASTM D3802-79)
Ceneri Totali:	max 9 %	(ASTM D2866-70)
Superficie Specifica:	min 1000 m²/g	(N_2 BET)
Granulometria (12X40):	max 5% > 12 mesh (1,68 mm)	(ASTM D2862-67)

	max 5% < 40 mesh (0,422 mm)	(ASTM D2862-67)
pH:	alcalino	(ASTM 3838)

A seguito del trattamento di filtrazione è prevedibile un ulteriore abbattimento dei solidi sospesi e del COD di circa il 30%, nonché un leggero aumento del pH dovuto all'alcalinità dei carboni.

13.2.1.5. Lavaggio filtri GAC

Le acque filtrate saranno scaricate a gravità in un unico bacino di accumulo in calcestruzzo (completamente fuori terra) di dimensioni nette 4x4xhu=2 m H=2.5 m (volume 32 m^3). Da tale bacino aspireranno le pompe di controlavaggio dei filtri (P-02 A/B), quelle di alimentazione del sistema di pressurizzazione dei flottatori (PP1 A/B e PP2 A/B) e quelle di uscita acqua trattata (P-03 A/B).

I filtri a carboni attivi saranno lavati una volta a settimana con aria ed acqua secondo la seguente sequenza:

- Svuotamento filtro: abbassamento livello idrico per circa 2 minuti
- Lavaggio con aria: lavaggio con aria per 5 minuti Q= 250 Nmc/h @ 0.6 bar
- Lavaggio con acqua: lavaggio con acqua per 10 minuti Q= 120 mc/h @ 2 bar

Le 2 pompe per controlavaggio filtri (P-02 A/B) saranno di tipo monoblocco ad asse orizzontale, una in funzione e una in stand-by. Il volume del controlavaggio sarà pari a 1,5 volte il volume di ciascun filtro, pari quindi a 20 mc. Poiché la durata del lavaggio è 10 minuti, la portata delle pompe di controlavaggio sarà pari a 120 mc/h con una prevalenza di 2 bar. Le pompe saranno monogirante, a 2900 r.p.m., potenza installata 11 kW, 2 poli, 400V, 50 Hz, 3 fasi.

Per il controlavaggio dei filtri si prevedono anche n° 2 soffianti (C-01 A/B), una in funzione e una in stand-by. Assumendo una velocità di attraversamento dell'aria pari a 50 m/h, la portata d'aria sarà 50*5= 250 Nmc/h con prevalenza di 600 mbar. Le soffianti saranno di tipo a canale laterale, potenza installata 7.5 kW, 2900 r.p.m., 2 poli, 400V, 50Hz, 3 fasi, carcassa e girante in lega di alluminio. La soffianti saranno complete di filtro in aspirazione, valvola di sovrappressione, manometro e valvola di non ritorno a clapet in mandata.

Le acque provenienti dal lavaggio dei filtri a carboni attivi non conterranno solidi sospesi, rimossi nell'unità di chiarificazione, e fluiranno per gravità in un canale interrato di sezione 800 mm ed altezza utile 150 mm, altezza totale 200 mm, verso il bacino in calcestruzzo di accumulo e rilancio acque di controlavaggio. Applicando la formula di Chezy per il canale di raccolta, con pendenza di 0.5% e coefficiente di scabrezza di Bazin *?* pari a 0.25 $m^{1/2}$ si ottiene dalla seguente formula il valore della portata di verifica:

$$Q = bh \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{\frac{bh}{b+2h}}}} \sqrt{\frac{bh}{b+2h} i}$$

La portata di progetto di 120 mc/h, che fluirà per la durata di 10 minuti di controlavaggio di ciascun filtro, è ampiamente inferiore a quella di verifica di 266 m^3/h derivata dalla formula di sopra, caratteristica del canale di 800 mm x 200 mm.

Il bacino in calcestruzzo di accumulo e rilancio acque sarà interrato, di volume sufficiente a ricevere le acque di un controlavaggio, con un franco di sicurezza del 20%, per un volume complessivo 24 m^3 e dimensioni nette 4x6xhu=1 m H=1.5 m. Per evitare volumi troppo elevati della vasca di accumulo acque controlavaggio e conseguenti scavi e rimozioni di grosse quantità di terreni contaminati, il volume della vasca di controlavaggio è stata dimensionata per accogliere solo i volumi di acque del controlavaggio di 1 filtro. Per tale ragione, verrà effettuato il lavaggio di un filtro a carboni attivi per volta, con 6 ore di *lag* tra due lavaggi, per consentire in tale tempo il rilancio delle acque al serbatoio di accumulo iniziale.

Il rilancio delle acque di contro lavaggio al serbatoio di accumulo iniziale avverrà mediante n° 2 pompe (P-9 A/B), del tipo sommergibili, una in funzione e una in stand-by, ciascuna con portata Q=10 m^3/h e una prevalenza 1 bar, girante aperta arretrata, 1450 r.p.m., potenza installata 1.6 kW, 4 poli, 400V, 50Hz, 3 fasi.

Le pompe P-03 A/B (una in funzione ed una in stand-by) invieranno le acque trattate allo scarico in mare, ovvero ad eventuali impianti per riutilizzo industriale delle acque.

13.3. LINEA FANGHI

13.3.1. Produzione di fanghi

I fanghi da trattare provengono da due flocculatori operanti in parallelo e funzionalmente connessi alla sezione di flocculazione. Considerando le condizioni più cautelative, si assume che la concentrazione di SS in ingresso sia pari a 31 mg/l. Con l'obiettivo di scaricare a 10 mg/l (più dell'85% inferiore rispetto al limite di scarico di 80 mg/l), il flusso massico i solidi da rimuovere è pari a :

?ss= (31-10)g/mc*50 mc/h=1050 g/h = 25,2 kg/d

A tale flusso vanno aggiunti i solidi sospesi che si formano per la precipitazione dei metalli ossidati dal biossido di cloro. In particolare si deve tenere in conto dell'abbattimento del Ferro e del Manganese, anche se il primo è presente in basse concentrazioni ed il secondo è praticamente assente.

Complessivamente, la produzione dei fanghi stimata è pari a 1,025 kg/h (26,4 kg/d). Tali fanghi potranno anche contenere idrocarburi, in quanto il flottato raccolto dal raschiatore posto sulla parte sommitale del flottatore conterrà anche gli oli adesi alle bolle d'aria assieme ad i solidi sospesi, idrofobi come l'olio, che sono catturati dalle bolle durante la fase di flottazione.

La portata volumetrica di fango raccolto da ciascun flottatore ovviamente varia in funzione del carico di fanghi formati e della capacità di formare fiocchi stabili e densi. Cautelativamente si riterrà che la densità del fango formato sia 0.75 kg/mc (anche se non è difficile ottenere valori anche di 1.1 kg/mc), per cui la portata di fango da recuperare complessivamente dai due flottatori sarà pari a :

qf= mf/?f=1,1 kg/h / 0,75 kg/mc =1,5 mc/h (36 mc/d)

Ovviamente, se in condizioni di esercizio la densità dei fanghi raccolti dai flottatori fosse maggiore, la portata degli stessi inviata alla sezione ispessimento fanghi sarebbe inferiore.

13.3.1.1. Sezione di ispessimento

Lo stream raccolto dai due flottatori avrà, per quanto sopra definito, una portata complessiva di 1.5 mc/h e densità di 0.75 kg/mc, per una portata massica complessiva di solidi sospesi pari a 26,4 kg/d.

I fanghi dal fondo e dalla superficie del flottatore fluiscono per gravità verso un bacino di accumulo fanghi fuori terra in carpenteria metallica, cilindrico con fondo tronco-conico, di volume ca. 9 m^3 che fungerà da pre-ispessitore statico. Le dimensioni del bacino sono tali da garantire un tempo di ritenzione dei fanghi in ingresso di circa 5 ore, che consentono un ispessimento parziale degli stessi per gravità prima della successiva sezione di ispessimento propriamente detto. Dal fondo del serbatoio verranno prelevate le acque

fangose pre-ispessite da due pompe da 5 mc/h e pressione 1,5 bar (P-04 A/B), che invieranno le acque ad un flocculatore-ispessitore e successivamente all'unità di disidratazione.

Il processo di flocculazione-ispessimento avviene nel seguente modo.

I fanghi sono raccolti in una vasca, adiacente alla sezione di ispessimento, utilizzata per la flocculazione della torbida. Nella vasca di flocculazione in cui arrivano i fanghi è dosato un polielettrolita per favorire l'agglomerazione dei fiocchi e miscelato. Le caratteristiche principali della sezione di flocculazione sono di seguito indicate:

Portata fanghi ingresso: 1.5 mc/h
Portata massica ss in ingresso: 1.1 kg/h
Dosaggio polielettrolita: 50 kg/ton ss = 55 g/h
Tempo di residenza: 20 minuti
Volume reattore flocculazione: 2 mc

L'unità di preparazione e dosaggio automatico flocculante sarà costituito da un serbatoio rettangolare diviso in due o più comparti. Il primo comparto, di diluizione, è dotato di tramoggia di carico del flocculante, dosatore completo di motovariatore, agitatore veloce per la miscelazione del polielettrolita, sistema di adduzione dell'acqua di diluizione completo di elettrovalvola, misuratore di portata e riduttore di pressione; il secondo comparto, di maturazione e stoccaggio, funge da accumulo della soluzione ed è dotato di agitatore lento e sistema di aspirazione e mandata della soluzione di polielettrolita.

La concentrazione della soluzione di flocculante si potrà settare in un intervallo variabile tra 0.1% e 0.3% in peso. La portata nominale del sistema sarà di 100 lt/h, potenza installata 0.54 kW, completo di n° 2 pompe dosatrici (P-07 A/B), una in funzione e una in stand-by.

A valle dell'unità di flocculazione, funzionalmente connessa ad essa, è ubicata l'unità di flottazione/ispessimento che dovrà garantire la produzione di fanghi almeno al 5% in peso di SS. Per l'ispessitore si adottano i seguenti parametri di progetto:

Portata fanghi ingresso: 1.5 mc/h (36 mc/d)
Carico massico fanghi in ingresso: 1,1 kg/h (26.4 kg/d)
Carico idraulico superficiale: 1,5 m/h
Superficie di flottazione: 1 m2
Diametro interno: 1.2 m
Concentrazione solidi nel fango in uscita: 5%
Concentrazione media fanghi in vasca: 80% della concentrazione solidi nel fango = 4%= 40 kg/mc
Portata fanghi in uscita reattore: 1,2 (kg/h) / 40 (kg/mc)= 0.0275 mc/h (0.65 mc/d)
Massa fanghi ispessiti uscita reattore: 0.95*26.4 kg/d=25.1 kg/d
Tempo di residenza zona di sedimentazione: 36 h
Altezza zona sedimentazione: 36*0.0275/1=1 m
Franco altezza formazione surnatante: 1 m
Franco altezza zona di raschiatura: 0.3 m
Altezza totale reattore: 2.3
Volume totale reattore: 2.3 *1= 2.5 mc
Scarico acqua chiarificata: 1.47 mc/h
Concentrazione SS nel surnatante in uscita: 1.3 (kg/d)/ 35.3 (mc/d)=37.4 mg/l

Il surnatante passerà attraverso una sezione filtrante a pacchi lamellari per la rimozione di eventuali sostanze oleose non precipitate nel reattore assieme ad i solidi sospesi. La portata di surnatante in uscita dall'ispessitore (Q=1,47 mc/h) con caratteristiche di progetto analoghe all'acqua in ingresso (30 mg/l), defluirà per gravità verso il bacino interrato in calcestruzzo del volume di 24 m^3, verso il quale defluiscono anche le acque di controlavaggio dei filtri GAC e le acque di drenaggio della nastropressa (v .poi).
L'evacuazione del fango dal fondo dell'ispessitore verrà fatta per 1-2 ore/giorno mediante l'ausilio di due pompe P 05I A/B, una in funzione ed una in stand by. Le pompe sono a coclea con portata di 1 mc/h e pressione di mandata di 2 bar. Data la ridotta portata, è ottimale l'utilizzo di pompe a cavità progressiva con girante monovite. In tali pompe, il rotore, costituito da una vite eccentrica di sezione circolare e a forma elicoidale, si muove con una rotazione oscillante mentre lo statore, dotato di una coclea interna della stessa dimensione geometrica, ha il doppio delle spirali, sfalsate di 180 gradi e con il passo doppio. Rispetto al rotore, il numero di spirali dello statore è superiore e le spirali sono sfalsate. Dato il diverso numero di spirali e il diverso passo degli elementi di pompaggio, si formano delle cavità che, durante il moto rotatorio del rotore, si aprono e si chiudono alternativamente con una sequenza ininterrotta, trasportando costantemente il prodotto dal lato di aspirazione a quello di mandata. A causa della conformazione geometrica e del contatto costante tra i due elementi di pompaggio si formano inoltre delle linee di tenuta che in qualsiasi posizione del rotore assicurano la perfetta chiusura fra lato aspirazione e lato mandata, anche in condizione di arresto. Grazie a ciò la pompa si distingue per l'elevata capacità di aspirazione mentre la pressione elevata è praticamente indipendente dalla velocità. La direzione di movimentazione è invertibile variando il senso di rotazione.

L'ispessitore dovrà anche essere equipaggiato con una pompa di ricircolo fango (+1 di riserva) della stessa tipologia delle precedenti (giranti monovite) per consentire il ricircolo del fango dall'ispessitore al reattore di flocculazione, al fine di mantenere un carico omogeneo e pressoché costante di solidi sospesi nel flocculatore.

13.3.1.2. Sezione di disidratazione

La sezione di disidratazione ha lo scopo di aumentare il tenore in secco dei fanghi portandolo dal 5% in uscita dall'ispessitore al valore minimo del 25% per lo smaltimento in discarica, ai sensi del vigente DM 3 agosto 2005. Settando il funzionamento delle pompe evacuazione fanghi a 2 ore/giorno, la portata di fango in ingresso al disidratatore sarà pari a 0,35 mc/h e carico di solidi sospesi di 13,4 kg/h. La filtropressa a piastre è una tecnologia affidabile per queste tipologie di fanghi a queste portate, in grado di raggiungere gli obiettivi di 25% SS.
Il funzionamento per 2 ore/d della disidratazione deriva dal fatto che la portata di fanghi prevista è così bassa che si è optato per la taglia di filtropressa tra le più piccole in commercio, con portata nominale di 1 mc/h. Nel caso di produzione maggiore di fanghi, sarà possibile aumentare sia il tasso di evacuazione fanghi dall'ispessitore sia le ore di funzionamento della filtropressa.
I fanghi pompati dall'ispessitore vengono miscelati in linea con polielettrolita necessario al condizionamento del fango. L'unità di preparazione e dosaggio polielettrolita in polvere da utilizzare per il condizionamento del fango avrà portata nominale 300 l/h, potenza installata 0.54 kW, completo di n° 2 pompe dosatrici (P-08 A/B), una in funzione e una in stand-by.
La filtropressa a piastre per la disidratazione finale avrà le seguenti caratteristiche di massima:
portata nominale di 1 m3/h
numero di piastre >20
superficie filtrante 2-2,5 m2
capacità di una singola camera filtrante 0.8-0.9 l

Capacità complessiva filtropressa >16-18 l
Pressione massima di esercizio 12 bar

Per esso si stima una potenza installata 1 kW.
La portata di fango ispessito al 25% in uscita dall'impianto è stimabile in circa 0.15 mc/d (0.2 t/d alla densità di 1,25 t/mc).
L'acqua di sgrondo della nastropressa defluiranno per gravità, attraverso un canale in calcestruzzo prefabbricato, verso il bacino interrato di accumulo e rilancio acque da 24 m^3.

13.4. PROCEDURA DI COLLAUDO FUNZIONALE DELL' IMPIANTO

Per collaudo funzionale dell'impianto si intende il collaudo di materiali, apparecchiature, manufatti, ecc., rispetto alla loro funzionalità in opera e secondo le previste condizioni d'uso.
L'operazione di collaudo funzionale è volta a determinare:

- la conformità dell'impianto realizzato con il progetto approvato;
- la corretta funzionalità dei diversi processi di trattamento dell'acqua;
- le caratteristiche dei residui originati dal processo (fanghi, soluzioni rigeneranti, acque di controlavaggio, ecc.);
- l'idoneità dell'impianto a garantire all'acqua i requisiti di qualità richiesti dalla norma vigente (D. Lgs. 152/06) e il rispetto di tutte le norme che ne regolano il funzionamento e la compatibilità ambientale.

Le prove di collaudo si articolano in due principali fasi:

- fase di avviamento, che riguarda il primo periodo della messa in funzione dell'impianto in cui devono essere regolate le condizioni operative (portata, dosaggio dei reagenti, operazioni di controlavaggio dei filtri, ecc.) e di processo. La durata di questa fase è variabile e generalmente riguarda tutto il periodo necessario ad una regolazione dei suddetti parametri in modo da garantire il funzionamento ottimale dell'impianto;
- fase di esercizio provvisorio, che riguarda il primo funzionamento dell'impianto in condizioni di esercizio. Anche in questo caso la durata è variabile e si può ragionevolmente ipotizzare un periodo di 4-6 mesi in modo da consentire un monitoraggio dell'impianto per un periodo significativo.

13.4.1. Verifica di conformità al progetto

Un primo aspetto che il collaudatore deve verificare è la corrispondenza tra il progetto e l'impianto per quanto riguarda in particolare:

- dimensioni dei comparti di trattamento;
- caratteristiche e volumi dei materiali di riempimento;
- tipologia e caratteristiche delle apparecchiature elettromeccaniche;
- tipologia e dosaggio previsto per i reattivi.

13.4.2. Verifiche in fase di avviamento

Le prove da condurre in fase di avviamento sono finalizzate alla verifica dei seguenti aspetti:

- efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua;
- dosaggio dei reagenti;
- caratteristiche dei sistemi di filtrazione;
- operazioni di controlavaggio dei filtri;
- efficienza della linea fanghi;

- caratteristiche dei residui prodotti;

13.4.2.1. Efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua

L'efficienza di rimozione degli inquinanti più critici presenti nell'acqua deve essere opportunamente valutata effettuando un monitoraggio dei principali parametri nell'acqua grezza e di quella in uscita da ogni fase di trattamento.
Per poter disporre di dati sufficientemente significativi su tale punto, si ritiene opportuno effettuare almeno due monitoraggi completi, in condizioni di portata minima e massima di funzionamento, in corrispondenza delle condizioni più critiche di funzionamento (ad esempio prima del controlavaggio dei filtri, prima del ciclo di rigenerazione delle resine, ecc.).
In aggiunta, è possibile prevedere anche un monitoraggio nelle condizioni ottimali di funzionamento dell'impianto (subito dopo i controlavaggi, dopo i cicli di rigenerazione dei materiali, ecc.) da confrontare con quello svolto in precedenza.
La scelta dei parametri da monitorare verrà effettuata sulla base delle caratteristiche dell'acqua grezza; si consiglia almeno l'analisi dei seguenti parametri:

- un controllo dei parametri più significativi in ingresso e uscita da ogni singola fase di trattamento (T, pH, p.redox, solidi sospesi, TOC, acido nitroso, COD, Idrocarburi totali)
- un controllo completo dei parameri previsti dalla Tab. 3 All. 5 Parte III DLgs 152/06 in ingresso e uscita dall'impianto.

Durante le prove verrà controllata anche la portata alimentata all'impianto.

13.4.2.2. Verifica del corretto dosaggio dei reagenti

Durante le prove di funzionamento suddette, in condizioni di portata minima e massima, è opportuno effettuare il controllo sui reattivi chimici impiegati nel processo, analizzando:

- caratteristiche delle soluzioni impiegati (densità, concentrazione, ecc.);
- dosaggio dei reattivi (mediante le portate registrate dalle pompe dosatrici);
- concentrazione dei reattivi nelle vasche (mediante analisi dei campioni prelevati in punti opportuni).

Confrontando la concentrazione rilevata analiticamente con il dosaggio di ogni reagente (registrato dalla pompa) e la portata di acqua trattata sarà possibile valutare il corretto funzionamento dei sistemi di miscelazione.

13.4.2.3. Caratteristiche dei sistemi di filtrazione

Questo punto consiste nella verifica delle caratteristiche dei materiali di riempimento (mezzi filtranti). In particolare si prevede un controllo delle caratteristiche fisiche (dimensioni, densità) e delle caratteristiche chimiche (presenza di materiale organico o altri inquinanti)

13.4.2.4. Operazioni di controlavaggio dei filtri

Durante ognuna delle due prove (con portata minima e massima) è opportuno eseguire una operazione di controlavaggio dei filtri nel corso della quale vanno verificati i seguenti parametri:

- corretta sequenza delle fasi di controlavaggio;
- quantità di aria e acqua utilizzate;
- durata di ogni fase;
- consumi energetici;
- variazione della perdita di carico sul filtro (tra prima e dopo in controlavaggio);

- qualità della prima acqua filtrata dopo il controlavaggio (mediante ripetizione dell'analisi dei parametri più significativi sull'acqua in uscita dal filtro).

13.4.2.5. Efficienza della linea fanghi

Sulla linea fanghi è necessario in primo luogo valutare l'efficienza dei diversi trattamenti nella riduzione dell'umidità del fango. A tale scopo sono necessari i seguenti prelievi:

- un prelievo dal bacino di accumulo fanghi
- un prelievo del fango sedimentato e ispessito;
- un prelievo del fango disidratato;
- la verifica del dosaggio di polielettrolita.

Dalla analisi dei SST sarà possibile verificare l'efficienza dell'ispessitore e del disidratatore, stimare la portata di acqua surnatante separata, determinare l'incremento di SST dovuto all'aggiunta del polielettrolita.

13.4.2.6. Caratteristiche dei residui prodotti

Per i residui finali derivanti dall'impianto (fango e carbone esausto) è necessario effettuare una caratterizzazione secondo la normativa di riferimento per valutarne le opportunità di smaltimento o recupero.
Al fine di assegnare il corretto codice CER al fango prodotto e al carbone esausto da conferire a impianti esterni, sarà effettuata la caratterizzazione di base del rifiuto, nel rispetto delle specifiche prescrizioni indicate nell'Allegato 1 del DM 3 agosto 2005.
Questo permetterà di determinare l'ammissibilità in discarica e/o in impianti di trattamento off site dei rifiuti prodotti..
Sulla base delle informazioni sulla tipologia di contaminazione presente sul sito e sulla tipologia di rifiuto da conferire ad impianti di trattamento e/o smaltimento esterni, i codici CER di cui si prevede l'assegnazione saranno:
CER 19.13: Rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica e risanamento delle acque di falda:

- 19 13 05 * fanghi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, contenenti sostanze pericolose
- 19 13 06 fanghi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 05

CER 06 13 00 rifiuti di processi chimici inorganici non specificati altrimenti

- 06 13 02 * carbone attivato esaurito

Periodicamente andrà prelevato un campione rappresentativo, campionato secondo le norme vigenti (Metodo della quartatura CNR-IRSA, quaderno 64, gennaio 1985; metodo UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari e fanghi, campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati"), da sottoporre ad analisi per la classificazione del rifiuto (determinazione del CER ai sensi della Direttiva 9 aprile 2002), per la definizione della pericolosità dello stesso e per la verifica dell'accettabilità del rifiuto in discarica tramite test di cessione ai sensi del DM 3 agosto 2005 (con risultati analitici da confrontare con i limiti delle Tabelle 2, 3, 5 e 6 del Decreto).

13.4.3. Verifiche in condizioni di esercizio provvisorio

Per tutti i parametri per cui è effettuato un controllo in continuo (con rilevatori on-line o misuratori portatili) o viene fatta una frequente registrazione (portata trattata, parametri di qualità dell'acqua, cloro residuo, pH, quantità di fango prodotto, portata di surnatante, consumo reagenti, consumi energetici, ecc.) è utile svolgere una analisi dei dati relativi ai 6 mesi funzionamento a regime per valutare:

- portata trattata,

- corretto funzionamento dei processi di trattamento (ad esempio il potenziale redox per le fasi di ossidazione, il cloro residuo per il trattamento con biossido di cloro, ecc.),
- consumo di reagente per tipologia,
- rapporto tra fango prodotto e portata trattata,
- consumi energetici.

13.4.3.1. Verifiche idrodinamiche

Il comportamento idrodinamico di un reattore è un parametro che ha una notevole influenza sul grado di efficienza del processo chimico-fisico e biologico in atto nel bacino. Le prove idrodinamiche servono per riuscire a quantificare eventuali scostamenti dal comportamento ideale e/o presunto, che si possono manifestare attraverso diversi tipi di anomalie: presenza di bypass, volumi morti, dispersione assiale accentuata, ecc..
La prova consiste nell'applicare una perturbazione ad un reattore mediante l'immissione di un tracciante e nell'andare ad interpretare la curva di risposta (RTD-Retention Time Distribution) in uscita dal reattore mediante l'utilizzo di un modello teorico di funzionamento idrodinamico in grado di simulare quello rilevato sperimentalmente. Dall'analisi del modello è possibile determinare una serie di coefficienti rappresentativi del funzionamento idrodinamico del reattore (miscelazione completa, flusso a pistone, soluzione intermedia tra le due, ecc.) e della presenza di eventuali anomalie (volume morto, by-pass, ecc.). L'utilità pratica di tali prove è quella di individuare le cause di eventuali malfunzionamenti e di suggerire alcune soluzioni correttive.

13.5. LIMITI DI FORNITURA

13.5.1. Lavori inclusi

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.
Nella fornitura degli impianti si ritengono incluse tutte le prestazioni necessarie a dare l'opera completamente finita e funzionante.
In particolare oltre alla fornitura dei materiali/componenti sono inclusi:

- tutti i trasporti da officina a cantiere;
- trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- tutte le opere murarie;
- la trapanatura nel cemento armato dei fori per fissaggio di tasselli ad espansione per il sostegno degli ancoraggi;
- la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi e apparecchiature;
- la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- la strumentazione da installare sui circuiti e sulle apparecchiature;
- il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;

- tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;
- la protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quanto altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni, ecc., in modo che alla ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo.

13.5.2. Ambito della fornitura

Per la realizzazione degli impianti dovranno essere considerate le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali, in quantità e qualità previste indicate nel presente capitolato, nella relazione impianto trattamento acque di falda, negli elaborati grafici. La fornitura comprenderà inoltre tutti i materiali necessari al montaggio materiali di uso e consumo, per il collaudo e la messa in funzione.

13.5.3. Oneri a carico dell'Appaltatore

Oltre agli oneri derivanti da quanto indicato nella relazione "impianto trattamento acque di falda", si intendono comprensivi anche dei seguenti oneri:

- componenti accessori ed i materiali di consumo anche se non esplicitamente specificati nei documenti di progetto ma necessari per l'esecuzione delle opere;
- l'istruzione gratuita per un periodo adeguato del personale della Committente che sarà destinato all'esercizio dell'impianto;
- le prove di pressione e tenuta, di funzionamento e taratura delle apparecchiature;
- la conduzione degli impianti per il periodo che va dalla ultimazione dei lavori al collaudo provvisorio.

Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, secondo le disposizione della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze di qualsiasi genere che dipendano dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte.

13.5.4. Prove, verifiche e collaudo delle apparecchiature e dei materiali

La ditta installatrice ha l'obbligo di eseguire o far eseguire, durante l'esecuzione delle opere, dal proprio personale o dalla D.L. tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali richieste dalla D.L., in modo che si abbia tutta la documentazione necessaria e completa prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.
Prima, durante e alla fine del montaggio delle apparecchiature devono essere effettuate le necessarie prove e verifiche di conformità delle forniture con le norme di riferimento con le prescrizioni e con le specifiche tecniche.
L'Appaltatore ha altresì l'obbligo di eseguire o far eseguire in sede di collaudo tutte le prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme, regolamenti e disposizioni, anche se non esplicitamente indicate nel presente Capitolato a insindacabile giudizio del collaudatore.

13.5.5. Disegni costruttivi - Documentazione - Cataloghi

Dovranno essere sottomessi alla Committente, e per essa alla D.L., gli schemi costruttivi, la documentazione, i cataloghi tecnici con le istruzioni per l'approvazione di tutte le apparecchiature ed i materiali previsti per la realizzazione degli impianti. L'Appaltatore dovrà sottomettere i disegni costruttivi per l'approvazione e confermare i disegni indicanti il lay-out generale delle installazioni; completarli con gli eventuali dettagli, con i percorsi delle tubazioni, ecc. e con i relativi sistemi di supporto.

Dovrà inoltre fornire e/o sottomettere i disegni relativi agli schemi funzionali, agli schemi di regolazione, ai dettagli di montaggio e di installazione, ai basamenti, alle forometrie e a quant'altro necessario.

13.5.6. Montaggi

Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere installate in accordo alle prescrizioni del costruttore e conformemente alle specifiche e capitolati di contratto e comunque nel pieno rispetto delle normative vigenti sulla sicurezza del lavoro. I montaggi dovranno essere eseguiti da personale specializzato.
Prima, durante e dopo qualsiasi intervento l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire la pulizia dei luoghi di lavoro in considerazione della tipologia degli interventi e del luogo di esecuzione.

13.5.7. Basamenti delle apparecchiature

Dovranno essere previsti tutti i basamenti delle apparecchiature sia metallici che in conglomerato cementizio o altro materiale.
Questi dovranno avere un'altezza non minore di 15 cm ed una superficie pari al supporto o all'ingombro dell'apparecchiatura più una fascia perimetrale libera non minore di 15 cm.
I basamenti dovranno essere previsti per tutte le apparecchiature appoggiate a pavimento o comunque quando ritenuto necessario.
I basamenti dovranno essere dotati di interposto strato isolante qualora necessario per limitare la trasmissione di vibrazioni al pavimento ed il rumore.

13.5.8. Identificazione delle apparecchiature

Tutte le apparecchiature quali pompe, valvole, saracinesche, tubazioni ecc. dovranno essere identificate a mezzo di targhette permanentemente applicate alle stesse.
Le targhette dovranno corrispondere all'identificazione rilevabile dai disegni finali e dovranno indicare i dati tecnici principali dell'apparecchiatura.

13.5.9. Passaggi ed attraversamenti

L'Appaltatore prima dell'esecuzione di passaggi o forature per l'attraversamento di tubazioni, cavidotti o altro dovrà richiedere l'approvazione della D.L.

13.5.10. Rumore e vibrazioni delle apparecchiature

L'Appaltatore dovrà provvedere ad idonei sistemi di smorzamento delle vibrazioni onde evitare che sollecitazioni anormali vengano trasmesse alle strutture e/o si producano rumori oltre i limiti consentiti dalla normativa vigente.

13.5.11. Istruzioni al personale della Committenza

L'Appaltatore dovrà provvedere tramite proprio personale tecnico all'istruzione del personale di manutenzione e conduzione degli impianti della Committenza per un periodo adeguato.
Il periodo di istruzione di cui sopra si intende indipendente da quello relativo alle prove e ai collaudi.

13.5.12. Documentazione finale, manuale di conduzione e manutenzione

Prima del collaudo provvisorio degli impianti, l'Appaltatore sottometterà alla D.L. la seguente documentazione:

- i disegni esecutivi finali degli impianti (as-built) corredati di piante, sezioni e quant'altro necessario per l'immediata individuazione e con l'esatta ubicazione di ogni singolo componente degli impianti e delle reti, nonché i disegni di ingombro e di posizionamento delle macchine, gli schemi funzionali e i percorsi delle tubazioni con i dimensionamenti in ogni punto significativo;

- la documentazione tecnica dei principali componenti degli impianti installati con particolare riguardo alle caratteristiche funzionali e dimensionale di tutte le apparecchiature con i riferimenti di identificazione e sigle di riconoscimento;
- i manuali di istruzione per l'esercizio e la manutenzione dei componenti principali degli impianti.

Tutta la documentazione grafica suddetta dovrà essere consegnata in duplice copia eliografica più una copia trasparente riproducibile su poliestere indistruttibile.
I manuali, le relazioni, le istruzioni e tutta la documentazione scritta dovrà essere consegnata in duplice copia contenute in apposito raccoglitore.

13.5.13. Assistenze

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà provvedere per conto della Committenza alla formulazione di tutte le denunce relative e delle domande di collaudo degli impianti da parte degli organi preposti (VVF - ISPESL - Comune - ecc) secondo le leggi e i regolamenti vigenti.

13.5.14. 14.3.14 Materiali di consumo

Sono comprese negli oneri attinenti alla realizzazione delle opere le forniture di tutti quei materiali che permettono la gestione degli impianti fino al collaudo provvisorio quali:

- olii, grassi, lubrificanti, ecc. richiesti per il funzionamento delle varie apparecchiature;
- guarnizioni, baderne ecc. per valvolame e pompe.

13.5.15. Qualità e provenienza dei materiali

Tutti i materiali, le macchine, gli apparecchi e le apparecchiature forniti e posti in opera, devono essere della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte e corrispondenti al servizio cui sono destinati.
Essi dovranno avere caratteristiche conformi alle norme UNI, se esistenti, e dove possibile essere ammessi al regime del marchio europeo di qualità (CE).
Qualora la D.L. rifiuti dei materiali ancorché posti in opera perché ritenuti a suo insindacabile giudizio per qualità, lavorazione, installazione non idonei, l'Appaltatore a sua cure e spese deve allontanarli dal cantiere e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

13.5.16. Prescrizioni esecutive generali

Gli impianti dovranno essere realizzati oltre che secondo le prescrizioni del disciplinare anche secondo la buona regola dell'arte, intendendosi con tale denominazione l'osservanza di tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.
Tutte le opere il carpenteria metallica, incluse vasche, flottatori, filtri, etc saranno realizzati in materiale S235JR con protezione superficiale parti emerse:

- Sabbiatura grado SA 2-1/2
- Una mano di primer zincante inorganico
- Una mano di vernice epossidica intermedia bicomponente
- Una mano di vernice poliuretanica bicomponente di finitura
- Spessore totale non inferiore a 200 micron

e protezione superficiale parti immerse o a bagno-asciuga:

- Sabbiatura grado SA 2-1/2
- Due mani di vernice epossifenolica amminica bicomponente
- Spessore totale non inferiore a 300 micron

Su alcuni componenti sia emersi che immersi (laddove applicabile per dimensioni e morfologia) si potrà sostituire il ciclo di verniciatura con ciclo di zincatura a caldo eseguito in accordo alla EN ISO 1461-9:1999.
Le tubazioni di collegamento tra le varie opere potranno eventualmente essere realizzate in PVC anziché S235JR UNI PN10.

13.5.17. Corrispondenza progetto-esecuzione

L'Appaltatore dovrà eseguire i lavori in conformità del progetto definitivo e non potrà nel progetto esecutivo e nell'esecuzione apportare di propria iniziativa alcuna modifica se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche. In tal caso l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. la soluzione per l'eventuale approvazione prima di poter eseguire tali lavori.
Qualora l'Appaltatore avesse eseguito delle modifiche al progetto senza la prescritta approvazione, è facoltà della D.L. ordinare la modifica ed il rifacimento secondo quanto indicato nel progetto e senza che l'Appaltatore abbia nulla a pretendere.

14. ACCESSI E RECINZIONI

Le recinzioni delle aree di cantiere sono a totale carico dell'impresa e si intendono compensate tra gli oneri per la sicurezza.

Le recinzioni definitive e i cancelli fornite e poste in opera sono costituite da:

a) tubolari metallici, con sezione diametro 60 e saettoni tubolari a rinforzo degli angoli diametro 48, verniciati con antiruggine e due mani di vernice con colore a scelta della D.L., posti ad interasse medio di m 2,50 e di altezza fuori terra, pari a m 2,25, con alla base plinto in calcestruzzo opportunamente dimensionato;

b) rete metallica plastificata per recinzioni di altezza m 2,20, con maglia romboidale 100x50 mm con filo diametro mm 3, fili di tesatura in filo diametro mm 3, plastificato e ferri tondi diametro mm 10, posti alla base al centro ed in sommità della rete, tesato e verniciato.
Sono compresi: le opportune legature e croci di S. Andrea con fili diametro mm 3. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.

15. IDROPULITRICE

La piazzola lavaggio pneumatici sarà equipaggiata con una Idropulitrice professionale completa di tubo alta pressione 10 mt., lancia lavaggio cm. 120, automatic gun ed accessori. Pressione in uscita minima 170 bar con caldaia interna in grado di riscaldare fino a 15 litri al minuto di acqua in uscita ad una temperatura fino a 140°C regolabile. Serbatoio detergente di 15 l capacità minima.

16. PESA

La pesa sarà realizzata mediante fornitura e posa in opera di n° 4 piattaforme pesaruote della portata di 15000 kg ciascuna, con rack di misura completo di cablaggi e stampante.

17. IMPIANTO ELETTRICO

17.1. IMPIANTI

17.1.1. Alimentazione dell'impianto

17.1.1.1. Cabina MT-BT

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
CEI EN 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV
CEI EN 61330 (CEI 17-63): Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione

Le cabine MT/BT sono suddivisibili in:
- cabine a giorno;
- cabine con quadri prefabbricati;
- cabine prefabbricate.

Cabine a giorno
Nelle cabine a giorno si deve provvedere a realizzare la protezione contro i contatti diretti dei componenti di MT.
La suddetta protezione deve essere prevista applicando la Norma CEI 11-1 che fornisce specifiche misure di sicurezza di distanziamento e separazione dalle parti attive.

Cabina con apparecchiature prefabbricate
Le cabine con apparecchiature prefabbricate assicurano la protezione contro i contatti diretti dei propri componenti.

Devono rispondere alle rispettive norme di prodotto;
- quadri MT: CEI EN 62271-200;
- quadri BT: CEI EN 60439-1.

Nei quadri prefabbricati MT è generalmente previsto l'interblocco tra l'interruttore, il sezionatore di linea e il sezionatore di terra.

In base al tipo di costruzione i quadri si distinguono in blindati o protetti:
- *Quadri blindati (generalmente utilizzati in grandi complessi industriali)*
  Aventi componenti ubicati in celle separate tra loro da diaframmi (IP?IP2X) metallici e isole internamente in aria o SF_6;
- *Quadri protetti (ad accessibilità frontale)*
  In questa tipolologia di quadro non sono richiesti diaframmi interni.

Cabina prefabbricata
La cabina prefabbricata viene fornita interamente dal costruttore in conformità alla propria norma di prodotto, Norma CEI EN 61330.

Tutti i componenti devono essere conformi alle rispettive Norme di prodotto:
- serie CEI 14 per i trasformatori;
- CEI EN 62271-200 per l'apparecchiatura di MT;
- CEI EN 60439-1 per l'apparecchiatura di BT;
- CEI EN 61330 per la classe dell'involucro.

I componenti devono poi essere contenuti dentro un involucro comune o in gruppi di involucri.

Prescrizioni generali per le cabine

E' consentito l'ingresso in cabina solo tramite l'utilizzo di attrezzi o chiavi.

18.1.1.1.1 Locale cabina

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
DPR 547/55: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
UNI EN 12464-1: "Light and lighting - Lighting of work placet - Part 1: Indoor work places" (Luce e Illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro - Parte 1: Luoghi di lavoro interni")

L'ubicazione della cabina deve essere concordata con il distributore d'energia.

Il locale cabina è così suddiviso:
- locale consegna (caratteristiche stabilite dal distributore);
- locale misure (caratteristiche stabilite dal distributore);
- locale ricezione (locale utente);
- locale trasformazione.

Il locale misure deve consentire accesso separato sia al distributore che all'utente.

Il locale ricezione contiene il sezionatore, l'interruttore generale, i relè di protezione e le partenze delle linee verso i trasformatori MT/BT.

Il cavo di collegamento tra il punto di consegna e quello di ricezione è di proprietà dell'utente e deve essere il più corto possibile al fine di evitare eventuali interventi dei dispositivi di protezione del distributore.

Le possibili ubicazioni del locale cabina possono essere:
- all'esterno dell'edificio (cabina isolata, solitamente sul confine della proprietà), oppure
- all'interno dell'edificio.

Il locale cabina può essere realizzato in:
- mattoni pieni;
- calcestruzzo armato;
- blocchi di calcestruzzo semiportante;
- cemento armato vibrato prefabbricato.

Le porte che danno verso l'interno dell'edificio devono essere chiuse a chiave con la possibilità in ogni caso di essere aperte dall'interno.

La resistenza al fuoco dell'edificio deve essere generalmente REI ?60 eccetto per trasformatori ad olio oltre 1000kVA di tipo O1 (REI ?90).

Devono essere installate barriere tagliafiamma (aventi opportuna resistenza al fuoco) attraverso i passaggi verso l'esterno del locale delle condutture.

Per trasformatori all'aperto devono essere rispettare le specifiche dettate dalla Norma CEI 11-1 che regolamenta le condizioni per l'installazione di più trasformatori attigui.

Dal punto di vista della sede per i cavi, le cabine possono suddividersi nei seguenti tipi:
- cabine con vano sottoquadro praticabile (altezza minima consigliata 1,7m);
- cabine con pavimento flottante (altezza minima consigliata 0,6m);
- cabine con cunicoli;
- cabine con passerelle o sistemi equivalenti (vedere CEI 11-17).

La protezione dai contatti diretti di un trasformatore (sempre necessaria per i trasformatori a secco) deve essere eseguita seguendo le prescrizioni della norma CEI 11-1.

Allo scopo di garantire la sicurezza delle persone il locale cabina deve rispettare le seguenti dimensioni:

Altezza locale cabina	?200cm
Larghezza passaggi	?80cm
Larghezza vie di fuga	?50cm (1)
Lunghezza vie di fuga	= 20m (2)

(1) Con portelle aperte o interruttori estratti
(2) Dal punto più lontano della cabina all'uscita più vicina

La cabina deve disporre di un impianto elettrico di servizio per l'alimentazione di:
- sorgente di energia dei servizi ausiliari;
- ventilazione forzata o condizionamento (eventuali);
- prese di servizio.

Prescrizioni per l'illuminazione
La cabina deve disporre di un impianto di illuminazione artificiale realizzato in I categoria in conformità alla Norma CEI 64-8.

Il valore di illuminamento raccomandato nelle sale quadri è di 200lux.

Il DPR 547/55 prescrive inoltre una illuminazione sussidiaria, non necessariamente elettrica.

Deve essere installato un impianto di illuminazione di emergenza.

Le eventuali vie di fuga devono essere segnalate fornendo un grado di illuminamento di 1 lux mediante apparecchi di illuminazione autonoma.

Segnalazioni
Devono essere esposti i seguenti cartelli con le seguenti segnalazioni:
- di divieto di accesso alle persone non autorizzate (sulla porta della cabina);
- di avvertimento di tensione elettrica pericolosa;
- con la scritta "Alta tensione - Pericolo di morte";
- di divieto di spegnere incendi con l'utilizzo di acqua (almeno sulla porta della cabina);
- lo schema elettrico (all'interno della cabina);
- le istruzioni relative ai soccorsi di urgenza da prestare ai folgorati.

17.1.1.2. Cavi e connessioni

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo

I cavi di media tensione possono essere:
- posati in aria;
- interrati.

Lo schermo metallico dei cavi MT deve essere collegato a terra almeno alle estremità di ogni collegamento.
Può essere collegata a terra una sola estremità se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:
- i collegamenti devono essere di lunghezza = 1 km;
- i punti di interruzione dei rivestimenti metallici del cavo accessibili siano protetti da eventuali tensioni pericolose di contatto (CEI 11-1);
- la massima tensione totale dell'impianto di terra a cui può essere soggetto il cavo sia sopportabile dalla guaina non metallica del cavo stesso.

Vengono utilizzati per collegare il trasformatore al quadro generale BT:
- cavi unipolari (Potenza apparente trasformatore = 250kVA), oppure
- cavi unipolari in parallelo,condotti sbarre.
I cavi e i condotti devono avere corrente nominale adatta per condurre la corrente nominale secondaria del trasformatore.
In aggiunta i condotti devono rispettare la seguente condizione:
- Icw ? Icc;
(Icw = corrente nominale ammissibile di breve durata; Icc = corrente di ctocto nel punto di installazione).

18.1.1.1.3 Impianto di terra di cabina

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata

CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV
DK 5600: criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione

Generalmente viene installato un unico impianto di terra sia per la media che per la bassa tensione.

Solitamente le linee in media tensione sono gestite:
- a neutro isolato, oppure
- a neutro compensato tramite bobina di Petersen.

Al gestore devono essere richieste le seguenti informazioni:
- corrente di guasto a terra (I_F);
- tempo di intervento delle protezioni (t_F);
- se la cabina del cliente è inserita in un impianto di terra globale.

Ottenuto il valore t_F è possibile ricavare il valore della tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (applicando la Norma CEI 11-1).

Per verificare che l'impianto di terra sia sicuro nei confronti di un guasto a terra deve essere verificata una delle seguenti disequazioni:
- $R_E = U_{Tp} / I_F$, oppure
- $U_T = U_{Tp}$

R_E = resistenza di terra;
U_T = tensione di contatto;
U_{Tp} = tensione di contatto a vuoto;
I_F = corrente di guasto a terra.

Devono essere collegate a terra tutte le masse e le masse estranee della cabina.

Dispersore di cabina
Il dispersore di cabina è costituito da un conduttore ad anello interrato lungo il perimetro della cabina ad una profondità di 0,5m (meglio se non superiore a 0,8m).

Le disposizioni per le protezioni di terra sono date dal gestore (nel caso dell'Enel sono riportate nella disposizione DK 5600).

I dispersori devono essere in grado di resistere a:
- sollecitazioni meccaniche e corrosive;
- sollecitazioni termiche provocate dalla corrente di guasto a terra.

Dimensioni minime dei dispersori più comini, utilizzati nelle cabine MT/BT (Tabella estratta da CEI 11-1):

Dispersore			**Dimensioni**		
Tipo	**Forma**	**Materiale**	**Diametro (mm)**	**Sezione (mm^2)**	**Spessore (mm)**
Corda	-	Rame nudo	1,8 (filo	25	-

		o stagnato	elementare)		
Piattina (nastro)	-	Acciaio zincato a caldo	-	90	3
Picchetto	Profilato	Acciaio zincato a caldo	-	90	3
	Tubo	Acciaio zincato a caldo	25	-	2
	Tondo massiccio	Acciaio ramato(1)	14,2	-	-

(1) Spessore del deposito elettrolitico 100µm (valore medio)

Conduttori di terra
I conduttori di terra devono avere caratteristiche tali da resistere a:
- sollecitazioni meccaniche e corrosive;
- sollecitazioni termiche provocate dalla alla corrente di guasto a terra.

Il conduttore di terra deve avere una sezione:
- ? 16mm^2 per conduttore in rame (25mm^2 nel caso il sistema sia a neutro compensato), oppure
- ? 50mm^2 per conduttore in acciaio.

La sezione del conduttore di messa a terra del neutro del secondario del trasformatore MT/BT va stabilita in base alle regole della Norma CEI 64-8 (art. 543.1.1 e 543.1.2).

Sia il conduttore di terra che il conduttore di messa a terra del neutro possono essere nudi o se isolati devono essere di colore verde-giallo.

18.1.1.1.3 Trasformatore

Riferimenti normativi
CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
CEI EN 60076-1 (CEI 14-4/1): Trasformatori di potenza - Parte 1: Generalità
CEI EN 60076-2 (CEI 14-4/2): Trasformatori di potenza - Parte 2: Riscaldamento
CEI EN 60076-3 (CEI 14-4/3): Trasformatori di potenza - Parte 3: Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze isolanti in aria
CEI 14-8: Trasformatori di potenza a secco
CEI 14-12: Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50Hz, da 100kVA a 2500kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV - Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24kV
CEI 14-13: Trasformatori trifase per distribuzione a raffreddamento naturale in olio, di potenza 50-2500kVA, 50Hz, con tensione massima Um per il componente non superiore a 36kV - Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con tensione massima Um per il componente non superiore a 24kV
CEI 14-15: Guida di carico per trasformatori immersi in olio
CEI 14-22: Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50Hz, da 100 a 2500kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV - Parte 3: Determinazione

della potenza nominale equivalente di un trasformatore avente corrente di carico non sinusoidale

CEI EN 61378-1 (CEI 14-25): Trasformatori di conversione - Parte 1: Trasformatori per applicazioni industriali

I trasformatori installati nelle cabine ora prese in considerazione devono essere:
- al massimo due;
- potenza massima per ognuno = 2500kVA.

In generale i trasformatori collegati alla rete di media dell'Enel devono avere il primario a triangolo.

Le condizioni da rispettare per collegare due trasformatori in parallelo sono le seguenti:
- stesse tensioni;
- stesso simbolo di collegamento;
- stessa tensione di cortocircuito u_{cc}.

Le condizioni normali di servizio di un trasformatore sono:
- Temperatura ambiente: max 40°C;
- Temperatura minima:
  - trasformatori a secco: -25°C (all'esterno), -5°C (all'interno);
  - trasformatori in olio: -25°C (all'esterno e all'interno);
- Altitudine: fino a 1000m sul livello del mare.

I provvedimenti presi per smaltire il calore sono identificati con una sigla come prescritto nella Norma CEI 14-4/2.

La potenza nominale del trasformatore è una potenza apparente calcolata riferendosi ai valori nominali di tensione e corrente al secondario:
- $S_r = v3\ U_r\ I_r$

  U_r = tensione nominale al secondario;

  I_r = tensione nominale al secondario.

Valori normali della potenza nominale dei trasformatori:

50 kVA	63 kVA	100 kVA	160 kVA	200 kVA	250 kVA	315 kVA	400 kVA
500 kVA	630 kVA	800 kVA	1000 kVA	1250 kVA	1600 kVA	2000 kVA	2500 kVA

A seconda del distributore di energia al quale viene allacciato l'impianto vengono stabiliti i limiti di potenza dei trasformatori che possono essere utilizzati.

Tipologie e caratteristiche principali
I trasformatori MT/BT sono generalmente costruiti per essere installati in impianti con potenza di ctocto = 500MVA, tensione = 30kV e possono essere di due tipologie:
- trasformatori in olio, oppure
- trasformatori a secco (generalmente in resina).

Trasformatori in OLIO
Possono essere suddivisi a seconda che siano:
- dotati di conservatore ,oppure

- sigillati, oppure
- a diaframma.

È ammessa una sovratemperatura rispetto alla temperatura massima dell'isolante (generalmente 105°C) di:
- 65K per gli avvolgimenti (temperatura media);
- 60K per l'olio (strati più caldi).

Bisogna prestare particolare attenzione nel prendere provvedimenti contro il possibile incendio dell'olio (vedi Norma CEI 11-1).

Valori di tensione di ctocto:
- Ucc=4% (<630kVA);
- Ucc=4% o 6% (=630kVA);
- Ucc=6% (>630kVA).

Trasformatori a secco
Rispetto ai trasformatori ad olio hanno un rischio di incendio minore, inoltre possono sopportare (per brevi periodi) maggiori sovraccarichi.

I trasformatori a secco possono essere di:
- tipo aperto o in aria;
- tipo inglobato in resina su uno o su entrambi gli avvolgimenti.

Valori di tensione di ctocto:
- Ucc= gli stessi di quelli per i trasformatori ad olio (Um=12kV);
- Ucc=6% (Um=24kV).

17.1.1.3. Protezione dalle sovracorrenti

Apparecchi
Gli apparecchi di II categoria utilizzati in cabina devono essere conformi alle proprie norme di prodotto:
CEI EN 62271-100 (CEI 17-1): Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
CEI EN 60282-1 (CEI 32-3): Fusibili a tensione superiore a 1000V - Parte 1: Fusibili limitatori di corrente
CEI EN 62271-102 (CEI 17-83): Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
CEI EN 62271-105 (CEI 17-88): Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata

Gli interruttori in media tensione più diffusi sono di due tipi:
- interruttori in esafluoruro di zolfo (SF_6) ad autocompressione o ad autogenerazione di pressione;
- interruttori sotto vuoto.

I fusibili possono essere per uso generale, combinato o integrale.

I sezionatori e gli interruttori di manovra-sezionatori possono essere:

- in aria;
- in SF_6.

Nei quadri MT i sezionatori vengono generalmente interbloccati con gli interruttori ed inoltre devono permettere il bloccaggio in posizione di aperto e di chiuso.

I relé di protezione che possono essere impiegati sono:
- relé diretti;
- relé indiretti senza alimentazione ausiliaria;
- relé indiretti con alimentazione ausiliaria.

Protezioni da sovracorrenti
Riferimenti normativi
CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale

Nel *quadro MT* devono essere installati:
- sezionatore (omissibile nel caso venga utilizzato un interruttore generale di tipo estraibile conforme a CEI EN 62271-200);
- un interruttore generale con protezioni di sovracorrente a valle del sezionatore.

Le protezioni dell'impianto utente devono essere selettive con quelle del distributore.

I sezionatori e gli interruttori di manovra devono essere protetti dal sovraccarico, tramite:
- interruttori con relé, oppure
- da fusibili, oppure
- interruttore generale BT a valle del trasformatore dal ctocto, tramite:
    - fusibili (se combinati con i fusibili), oppure
    - rispettare condizioni limite riportate nella Guida CEI 11-35.

Il cavo MT alimentante un trasformatore MT/BT deve essere protetto contro il sovraccarico dall'interruttore generale BT
Deve essere protetto dal ctocto, tramite:
- fusibili;
- un interruttore, oppure
- facendo sì che la S del cavo sia scelta in modo che il cavo non superi la temperatura di ctocto ammissibile per l'isolante.

Il trasformatore può essere protetto tramite:
Protezioni interne
Nei trasformatori ad olio con conservatore:
- relé buchholz;
- indicatore di livello dell'olio;
- termometro a contatti;
- valvola di sovrapressione.

Nei trasformatori a secco:
- centralina con termosonde.

Protezioni esterne
Protezioni contro il sovraccarico:
- Interruttore generale automatico BT,

Protezione contro il ctocto:
- fusibili associati all'interruttore di manovra-sezionatore;
- relè di massima corrente che agisce sull'interruttore, oppure.

17.1.1.4. TV-TA

Riferimenti normativi
CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici
CEI EN 60044-1 (CEI 38-1): Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente
CEI EN 60044-2 (CEI 38-2): Trasformatori di misura - Parte 2: Trasformari di tensione induttivi
CEI EN 60255-6 (CEI 95-1): Relè elettrici - Parte 6: Relè di misura e dispositivi di protezione

Trasformatori di misura
I trasformatori di misura devono consentire di eseguire le seguenti operazioni senza mettere in pericolo l'incolumità dell'operatore:
- controllo delle connessioni secondarie;
- sostituzione in sicurezza del trasformatore.

I trasformatori di misura di tensione devono essere preferibilmente protetti:
- con fusibili ad alto potere di interruzione (sul lato primario);
- con fusibili o interruttori automatici (sul lato secondario).

Trasformatori di protezione
I circuiti secondari di TA e TV devono essere:
- separati dal primario con uno schermo messo a terra, oppure
- collegati a terra con cavo di sezione
  - ? 2,5mm^2 (con condutture protetto meccanicamente),oppure
  - ? 4mm^2

17.1.1.5. Rifasamento

Riferimenti normativi
CEI EN 60871-1: Condensatori statici di rifasamento per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale superiore a 1000V - Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza
CEI EN 61921: Condensatori di potenza - Batterie di rifasamento a bassa tensione

Il rifasamento tramite batterie di condensatori (in BT) è effettuato per compensare l'energia reattiva prelevata in eccedenza dal distributore, in modo da ottenere nel punto di consegna un cos? ? 0,9.

Gli apparecchi per il rifasamento devono essere installate in modo da garantire la protezione contro i contatti diretti ed indiretti (Norme CEI 11-1 e CEI 64-8).

17.1.1.6. Impianto di ventilazione

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale

Se il locale non riesce a mantenere la temperatura interna entro limiti sopportabili dalle apparecchiature in esso contenute deve essere previsto un impianto di ventilazione.

Ventilazione naturale
Si ottiene posizionando aperture dotate di griglie (che forniscano adeguato grado di protezione) sia nella parte bassa che in quella alta della cabina.

Per il calcolo della ventilazione naturale dei locali con trasformatori si può fare riferimento all'esempio riportato nella Guida CEI 11-35.

Ventilazione forzata
Deve essere prevista nel caso la ventilazione naturale non sia in grado di smaltire la potenza termica in eccesso nella cabina.

Può essere attivata mediante:
- protezioni termometriche dei trasformatori;
- termostato.

Per il calcolo della ventilazione forzata dei locali con trasformatori si può fare riferimento all'esempio riportato nella Guida CEI 11-35.

Condizionamento d'aria
Per condizioni d'esercizio particolari o per certi materiali può essere necessario un condizionamento dell'aria per mantenere la temperatura e il grado di umidità della cabina entro limiti prefissati.

17.1.1.7. UPS

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI EN 62040-1-1 (CEI 22-26): Sistemi statici di continuità (UPS)
Parte 1-1: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore
CEI EN 62040-1-2 (CEI 22-27): Sistemi statici di continuità (UPS)
Parte 1-2: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree ad accesso limitato
CEI EN 62040-3 (CEI 22-24): Sistemi statici di continuità (UPS)
Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova

CEI EN 50091-2 (CEI 22-9): Sistemi statici di continuità (UPS)
Parte2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)

Classificazione e costituzione
Il gruppo di continuità statica (UPS) permette di fornire una tensione stabilizzata e non influenzata dalla possibile mancanza di alimentazione.
Esistono due tipologie di UPS:
- UPS off-line (utilizzato per alimentare carichi di piccola potenza);
- UPS on-line (fornisce un'alimentazione priva di perturbazioni e può avere un commutatore statico).

Nel caso sia presente il commutatore statico bisogna collegare il conduttore di neutro della rete ad un polo dell'inverter.
Può essere presente anche un by-pass manuale sull'UPS.

Prescrizioni per l'impianto
L'UPS deve essere dimensionato in modo che possa fornire la massima potenza richiesta in regime permanente dal carico.
Per dimensionare l'UPS si deve tenere conto di due fattori:
- il possibile aumento futuro dell'entità del carico;
- le correnti di spunto ottenute all'inserimento del carico.

La protezione dalle sovracorrenti deve essere assicurata da un dispositivo di protezione automatico installato a monte dell'UPS.
Bisognerà poi prevedere la protezione dei circuiti privilegiati indipendentemente dalla presenza dell'UPS.

Al fine della protezione contro i contatti indiretti dell'UPS è sufficiente l'installazione a monte di un interruttore differenziale di tipo A.

La possibilità di funzionamento ad isola obbliga a prevedere un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra (sfruttando possibilmente lo scatto dell'interruttore differenziale).

Si consiglia l'utilizzo dei seguenti interruttori differenziali:
- interruttori differenziali di tipo A per UPS monofase;
- interruttori differenziali di tipo regolabile per UPS trifase.

Si cerca ove possibile di ottenere coordinamento di selettività tra i dispositivi a monte e quelli a valle dell'UPS.

Il circuito a monte dell'UPS deve essere sezionato.

17.1.1.8. Gruppo elettrogeno

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

CEI EN 60079-10 (CEI 31-30): Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi
CEI EN 60079-14 (CEI 31-33): Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)
CEI 31-35: Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas
Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi
UNI EN 12601: Gruppi elettrogeni mossi da motori alternativi a combustibile a combustione interna
Circolare MI.SA. n. 31 del 31/08/1978: Norme di sicurezza per installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice

Classificazione e costituzione
L'alimentazione dei motori e delle turbine del gruppo elettrogeno può essere:
- gas di rete;
- metano;
- GPL;
- benzina;
- gasolio;
- olio combustibile.

Luoghi di possibile installazione del gruppo elettrogeno sono i seguenti:
- all'aperto;
- locali chiusi isolati;
- locali chiusi su piani fuori terra facenti parte di edifici fatta eccezione per i seguenti punti:
  - è consentita l'ubicazione al primo piano interrato per gruppi elettrogeni alimentati a gasolio, ad olio combustibile o a gas aventi densità rispetto all'aria < 0,8;
  - é consentita l'installazione per gruppi alimentati a GPL solo in locali situati al piano terra;
  - è vietata l'installazione di impianti di potenza = 50kW entro il volume di edifici destinati ad abitazione di altezza > 30m e di edifici per altre destinazioni di altezza > 24m;
    Si fa eccezione per impianti alimentati a gas di rete o metano purché questi siano installati sul terrazzo più elevato dell'edificio;
  - é vietata l'installazione di impianti a gas o a benzina in locali contigui o sottostanti ad ambienti destinati ad affluenza di pubblico o raggruppamento di persone o passaggio di gruppi di persone.

Devono essere rispettate le caratteristiche definite dalla circolare n. 31/78 inerenti al locale di installazione, e all'impianto del gruppo elettrogeno.

Ciascun motore deve essere dotato dei seguenti dispositivi di sicurezza:
- dispositivo automatico di arresto del motore sia per eccesso di temperature dell'acqua di raffreddamento che per caduta di pressione e/o di livello dell'olio lubrificante (il suo intervento deve anche provocare l'esclusione della corrente elettrica dei circuiti di alimentazione, eccetto quelli di illuminazione del locale);

- dispositivo automatico d'intercettazione del flusso del combustibile per arresto del motore o per mancanza di corrente elettrica.

Ai fini della protezione antincendi deve essere prevista l'installazione di estintori portatili di tipo approvato per fuochi di classe B e C con contenuto di agente estinguente non inferiore a 6Kg.
Il numero di estintori portatili deve essere:
- uno per installazioni di gruppi di potenza fino a 400 kW;
- due per potenze fino a 800 kW;
- tre per potenze fino a 1200 kW.

Prescrizioni particolari per l'impianto elettrico
I gruppi elettrogeni di potenza > 25kW rientrano nell'attività n.64 del D.M. 16-02-1982 e sono dunque soggetti a controllo dei vigili del fuoco ed al rilascio del CPI (Certificato Prevenzione Incendi).

I comandi dei circuiti, esclusi quelli incorporati nel gruppo elettrogeno, devono essere centralizzati in un quadro da installare in posizione facilmente accessibile e lontano dal gruppo.
Deve essere predisposto un comando di emergenza installato in posizione facilmente raggiungibile all'esterno del locale in grado di poter aprire tutti i circuiti.

Deve essere predisposto un dispositivo di interblocco per i gruppi che non devono alimentare in parallelo all'alimentazione della rete ordinaria.

I locali nei quali sono ubicati gruppi elettrogeni con alimentazione a gasolio la cui classe del compartimento antincendio è = 30 devono essere trattati, al fine dell'installazione dell'impianto elettrico, come luoghi MARCI (CEI 64-8 sez. 751).

Il pericolo di esplosione deve essere considerato per i gruppi alimentati a GPL, metano, o benzina. In questi casi l'impianto elettrico deve essere eseguito in conformità alle norme del Comitato Tecnico 31 del CEI.

La protezione contro i contatti indiretti della sezione di impianto alimentata dal gruppo elettrogeno deve essere progettata in funzione di:
- stato del neutro del gruppo elettrogeno;
- sistema di messa a terra dell'impianto elettrico ordinario (TN, TT, IT);
- tipo di servizio che il gruppo elettrogeno svolge sull'impianto (alimentazione permanente, di sicurezza, ecc.).

17.1.1.9. Rifasamento

Riferimenti normativi
CEI EN 60831-1 (CEI 33-9) Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000V
Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza - Guida per l'installazione e l'esercizio
DPR 547/1955 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Prescrizioni generali
Per ovviare a un eventuale basso fattore di potenza (cos?) dell'impianto, si deve procedere ad un adeguato rifasamento.
Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari deve essere fatto tenendo presenti:
- la potenza assorbita;
- il fattore di potenza (cos?) minimo contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP);
- l'orario di lavoro e di inserimento dei vari carichi.

Devono essere installate le seguenti protezioni:
a) protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti;
b) protezione contro i contatti indiretti;
c) protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

Batterie fisse di rifasamento
Quando si devono rifasare carichi quali:
- trasformatori di potenza MT/BT;
- carichi con repentine inserzioni/disinserzioni o variazioni d'assorbimento (ascensore, gruppo frigo ecc.),
si devono utilizzare batterie fisse che si inseriscono all'avviamento del carico, in questo modo si ottiene anche il vantaggio di diminuire la corrente circolante sul circuito interessato.

Rifasamento automatico
In aggiunta alle batterie fisse di rifasamento, per ottenere il valore di cos? richiesto si dovrà installare un sistema di inserimento automatico delle batterie di condensatori al fine di modulare con continuità lo sfasamento.
Sarà oggetto di accordi particolari l'ubicazione del suddetto armadio.

17.1.2. Distribuzione

17.1.2.1. 1.1.2.1 Cavi e condutture

Riferimenti normativi
CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici",
CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
CEI 20-40: "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"
CEI 20-27: "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione"
CEI-UNEL 35011: "Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione"
CEI-UNEL 35012: "Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco"
CEI 20-22/2: "Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio"
CEI 20-22/3: "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio"
CEI-UNEL 00722: "Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV"

CEI-UNEL 35024/1: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria" (per pose fisse) (CEI 64-8 Art. 523.1.3)
CEI-UNEL 35024/2: "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
CEI-UNEL 35026: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata"

Generalità
Tutti i cavi impiegati nella realizzazione dell'impianto elettrico devono essere rispondenti alle norme UNEL e CEI.

Il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti.

I tipi di posa delle condutture in funzione del tipo di conduttore o di cavo utilizzato e delle varie situazioni, devono essere in accordo con quanto prescritto dalla CEI 64-8 Art. 521 (Tab. 52A e Tab. 52B).

E' consentita la posa di circuiti diversi in una sola conduttura a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale presente più elevata.

Le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici.

Non è permessa la posa diretta di cavi sotto intonaco.

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori di percorso devono essere tali da permettere di tirare i cavi dopo la messa in opera di questi tubi protettivi e relativi accessori.
I cavi devono inoltre poter essere sfilati, per agevolare eventuali riparazioni o futuri ampliamenti dell'impianto.
I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori ed i cavi non ne risultino danneggiati.
I supporti dei cavi e gli involucri non devono avere spigoli taglienti.
Il rapporto tra il diametro interno del tubo (in cui sono posati i cavi) e il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti deve essere:
- almeno 1,3 volte (minimo 10mm) Negli ambienti ordinari;
- almeno 1,4 volte (minimo 16mm) Negli ambienti speciali.

Il rapporto tra la sezione interna del canale o della passerella e l'area della sezione occupata dai cavi, deve essere almeno il doppio.

I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).

Sigle di designazione
Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.

Per l'identificazione dei cavi senza guaina mediante simboli si applica la Norma CEI 16-1 "Individuazione dei conduttori isolati".
Per la siglatura dei cavi per energia, sul mercato italiano sono in vigore due norme:
- CEI 20-27 (derivata da CENELEC HD 361), relativa ai cavi di energia armonizzati, di tensione nominale fino a 450/750V o ai tipi nazionali riconosciuti (autorizzati da TC20). I cavi non più contemplati dalla Norma CEI, già in uso e normalizzati, trovano le proprie sigle di designazione nella V1 della CEI 20-27. Per le designazioni di nuovi tipi di cavi nazionali si dovrà fare riferimento alla Norma CEI-UNEL 35011;
- CEI-UNEL 35011.

Colori distintivi dei cavi
I conduttori devono essere distinguibili per tutta la loro lunghezza tramite il colore dell'isolante o per mezzo di marcatori colorati.

I cavi devono essere distinti tramite le seguenti colorazioni (CEI-UNEL 00722):
- giallo verde per il conduttore della terra;
- blu per il conduttore del neutro;
- marrone, nero, grigio, per le tre fasi di potenza;
- blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni oppure giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni per il conduttore PEN;
- rosso per i conduttori positivi e nero per i conduttori negativi in c.c. (ovviamente posati in canalizzazioni differenti da quelle contenenti circuiti in c.a.).

Il colore delle guaine dei cavi è normalizzato dalla norma CEI UNEL 00721.

I conduttori di equipaggiamento elettrico delle macchine possono essere identificati con mezzi alternativi alla colorazione (CEI EN 60204-1).

Cavi per energia
I cavi per energia, sono normati dal CT20 e le caratteristiche elettriche costruttive sono riportate nelle tabelle CEI UNEL sopra citate.

Sezione minima conduttore di fase

Tipi di conduttura		**Uso del circuito**	**Conduttore**	
			Materiale	**Sezione [mmq]**
Condutture fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu	1,5
			Al	16
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	0,5 (a)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu	10
			Al	16
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	4
Condutture mobili con cavi flessibili		Apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Vedere Norma specifica dell'apparecchio
		Qualsiasi altra applicazione		0,75 (b)
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

(a) per circuiti di segnalazione e comando di apparecchiature elettroniche: sez. minima 0,1mm^2
(b) la nota (a) si applica nel caso di cavi flessibili multipolari che contengano 7 o più anime

Sezione minima conduttori neutro

	Sezione fase (Sez F)	Sezione neutro (Sez N)
Circuito monofase	Sez F	Sez N = Sez F
Circuito polifase	Sez F = 16 mm^2 (Cu) o 25 mm^2(Al)	Sez N = Sez F
Circuito polifase	Sez F > 16 mm^2 (Cu) o 25 mm^2(Al)	Sez N = (SEZ F)/2 (*)

(*) con il minimo di 16mm^2 (per conduttori in Cu) e 25 mm^2 (per conduttori in Al) purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8

Sezione minima conduttori di protezioni
Vedere parte del capitolato speciale riguardante l'impianto di terra.

Cadute di tensioni massime ammesse
La caduta di tensioni massima ammessa lungo l'impianto utilizzatore non deve mai superare il 4% della tensione nominale, a meno che diversamente concordato con il committente.

Prestazioni dei cavi nei confronti dell'incendio
A seconda delle esigenze di resistenza al fuoco posso utilizzare le seguenti tipologie di cavi:
- non propaganti la fiamma (CEI 20-35);
- non propaganti l'incendio (CEI 20-22/2, CEI 20-22/3);
- resistenti al fuoco (CEI 20-36);
- a ridotta emissione di gas tossici e nocivi (CEI 20-37, CEI 20-38).

17.1.2.2. Impianto interrato

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica
Linee in cavo
CEI 20-28 Connettori per cavi d'energia

Prescrizioni per l'impianto elettrico
Per ragioni di affidabilità in relazione all'importanza del servizio ed alle condizioni di posa dei cavi è generalmente necessario utilizzare cavi aventi U_0/U = 0,6/1kV (con guaina protettiva).

Il raggio minimo di curvatura dei cavi dipendono dal tipo di struttura del cavo (se non diversamente specificato) e possono avere valori compresi tra 12?30 volte il diametro del cavo stesso (o nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior sezione).

Lo schermo metallico dei cavi MT deve essere collegato a terra almeno alle estremità di ogni collegamento.
Può essere collegata a terra una sola estremità se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:

- i collegamenti devono essere di lunghezza = 1 km;
- i punti di interruzione dei rivestimenti metallici del cavo accessibili siano protetti da eventuali tensioni pericolose di contatto (CEI 11-1);
- la massima tensione totale dell'impianto di terra a cui può essere soggetto il cavo sia sopportabile dalla guaina non metallica del cavo stesso.

Se il cavo ha più rivestimenti metallici, essi devono essere collegati in parallelo (eccetto cavi per circuiti di misura o segnalazione).

Cavi interrati

Condizioni minime di posa:

	Guaina protettiva	Armatura metallica	Minime profondità di posa
Senza protezione meccanica supplemetare	**X**	**X** (2)	0,5m (1)
Con protezione meccanica supplementare: lastra piana	**X**		0,5m
Con protezione meccanica supplementare: tegolo	**X**		0,5m

(1) In circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche.
(2) Rivestimento metallico adatto come protezione contro i contatti diretti (CEI 11-17 art 2.3.11 e 3.3.01).

Cavi posati in manufatti interrati

Condizioni minime di posa:

	Guaina protettiva	Armatura metallica	Minime profondità di posa
Cavi in condotti (1)			Nessuna prescritta
Cavi in tubo interrato (1)			Nessuna prescritta
Cavi in cunicolo interrato (1)			Nessuna prescritta

(1) I componenti e i manufatti adottati per tale protezione devono essere progettati per sopportare le possibili sollecitazioni (carichi statici, attrezzi manuali di scavo)

Note:
È consigliabile la segnalazione dei percorsi interrati dei cavi tramite nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2m al si sopra dei cavi.
Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Nei cavi in tubo o in condotto il rapporto tra il diametro interno del tubo (o condotto) e il diametro del cavo (o fascio di cavi) deve essere > 1,4.

Per l'inserimento dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.
Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare, con i seguenti limiti:

- ogni 30m circa se in rettilineo;
- ogni 15m circa se con interposta una curva.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti all'Amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, la Ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

Le tubazioni devono fare capo a pozzetti di ispezione e di inserimento con fondo perdente di adeguate dimensioni, per permettere un agevole accesso; i pozzetti devono essere dotati di robusti chiusini, specie se in aree carrabili.

Le cassette di giunzione dovranno avere un grado di protezione almeno IP44 ed è consigliabile che siano poste ad almeno 20cm dal suolo.
Per evitare pericolosi fenomeni di condensa nei quadri, o nelle cassette, quando vengono allacciati con tubazioni interrate, è buona norma eseguire tamponamenti con materiali idonei nei punti di innesto.

Le parti metalliche delle canalizzazioni sono generalmente da collegare a terra (a meno dei casi descritti nella norma CEI 11-17).

Connessioni
Le giunzioni e/o derivazioni entro pozzetti interrati vanno eseguite con materiali idonei al fine di ripristinare l'isolamento del cavo; ad esempio: giunti a resina colata, lastrature autoagglomeranti e vernici isolanti, tubi isolanti termorestringenti.(CEI 20-28).

17.1.3. Quadro

Riferimenti normativi
CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Possono essere installate le seguenti tipologie differenti di quadri:
- quadri dichiarati ASD dal costruttore;
- quadri ANS;
- centralini e quadri conformi alla norma CEI 23-51.

Quadri dichiarati ASD dal costruttore
Adatti ad essere installati in ambienti dove possono essere utilizzati da personale non addestrato.

Il grado di protezione dell'involucro deve essere IP ?2XC.

Quadri non dichiarati ASD dal costruttore
Il quadro deve:
- essere installato in apposito locale ove non possa aver accesso personale non addestrato, oppure
- avere sportello con chiusura a chiave.

17.1.4. Protezioni

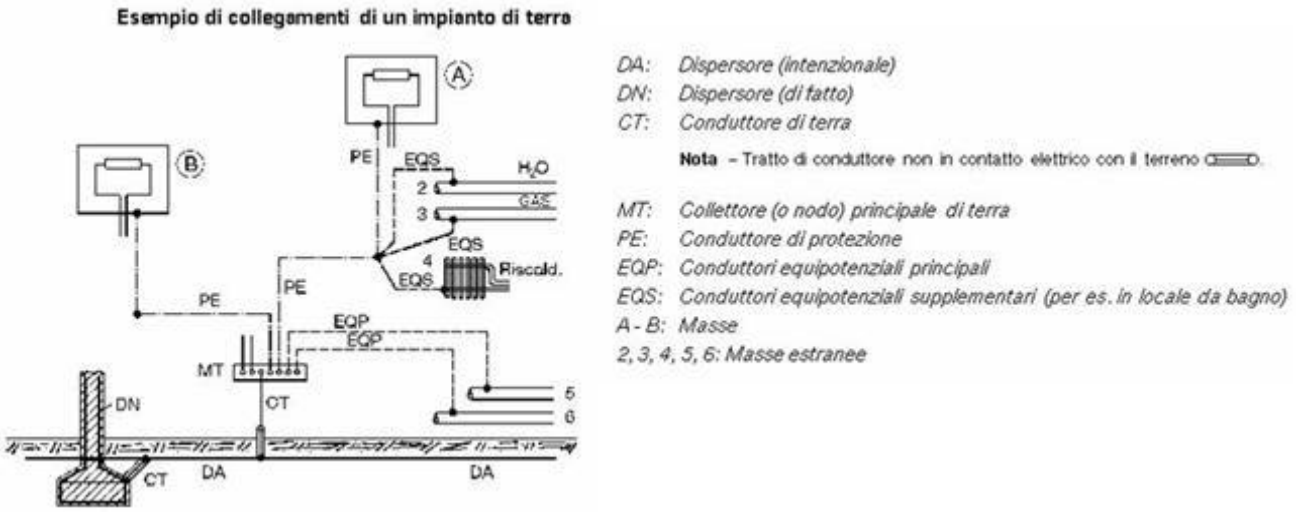
17.1.4.1. Impianto di terra

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
DM 37/08 22 Gennaio 2008, n° 37 Art. 7 (Dichiarazione di conformità)
CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV
CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
DPR 462/01: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi

Costituzione e prescrizioni impianto elettrico

L'impianto di terra è definito come l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.



Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico, in particolare deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche previste.

Dispersori

Possono essere costituiti da vari elementi metallici (ad es.: tondi, piastre, ferri delle armature nel calcestruzzo incorporato nel terreno, tubi dell'acqua).
Nel caso vengano utilizzati i tubi dell'acqua, è necessario il consenso dell'esercente dell'acquedotto e un accordo che preveda che il responsabile dell'impianto elettrico venga informato sulle modifiche dell'acquedotto stesso. Tali condizioni valgono anche nel caso in cui vengano utilizzati i rivestimenti metallici di cavi non soggetti a danneggiamento per corrosione.

Le tubazioni per liquido gas infiammabile non devono essere usate come dispersori.
Qualora risultasse necessario una posa in acqua del dispersore (comunque sconsigliabile), è raccomandabile di installarlo a non meno di 5m di profondità sotto il livello dell'acqua o di vietare l'accesso alla zona che risultasse pericolosa.

Conduttori di terra
Il collegamento di un conduttore di terra al dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.
La parte interrata del conduttore di terra priva di isolamento e a contatto col terreno è considerata come dispersore.
Il conduttore di terra deve avere le seguenti sezioni minime:

Caratteristiche di posa del conduttore	**Protetti meccanicamente**	**Non protetti meccanicamente**
Protetto contro la corrosione	In accordo con sez. minime utilizzate per conduttori di protezione	16 mm^2 (rame) 16 mm^2 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 mm^2 (rame)	
	50 mm^2 (ferro zincato o rivestimento equivalente)	

Collettori o nodi principali di terra
Sono costituiti da una sbarra o da un terminale al quale si devono collegare tutti i conduttori di terra, di protezione, equipotenziali principali e, se richiesti, i conduttori funzionali.
Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura che permetta di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo può essere convenientemente combinato con il collettore principale di terra. Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica.
I conduttori di protezione o PEN possono essere collegati a terra in più punti.
Si raccomanda che il dispositivo di apertura sia combinato con il collettore principale di terra.

Conduttori di protezione
Le sezioni dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai seguenti valori:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S [mm^2]	**Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp [mm^2]**
$S = 16$	$Sp = S$
$16 < S = 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Tali valori sono utilizzabili solo in caso in cui il materiale dei conduttori di fase e di protezione sia lo stesso (in caso contrario, riferirsi alla norma CEI 64-8 Art. 543).
La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione, non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

Possono essere utilizzati come conduttori di protezione, gli involucri o strutture metalliche dei quadri, i rivestimenti metallici (comprese le guaine di alcune condutture), i tubi protettivi, i canali metallici, le masse estranee, se rispondenti alle specifiche indicate nella norma CEI 64-8 Art. 543.2.

Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.
Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Conduttori equipotenziali
Collegamenti elettrici che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale.
Quando le tubazioni metalliche dell'acqua sono utilizzate come conduttori di terra o di protezione, i contatori dell'acqua devono essere cortocircuitati per con un conduttore di sezione adeguata secondo la sua funzione nell'impianto di terra.
Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.
Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Verifiche e manutenzione
Per gli ambienti di lavoro, il datore di lavoro ha l'obbligo di richiedere e far eseguire le verifiche periodiche e straordinarie (a proprie spese) per gli impianti elettrici di messa a terra (DPR 462/01).
La periodicità delle verifiche è di:
- due anni nei locali ad uso medico (ospedali, case di cura, ambulatori, studi medici, …), cantieri, luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (attività soggette al Certificato di Prevenzione Incendi,…);
- cinque anni negli altri casi.

Si ricorda che ai fini del DPR 462/01 le verifiche possono essere effettuate dall'Asl/Arpa o da un Organismo Abilitato dal Ministero delle Attività Produttive, per cui non sono valide, a tale fine, le verifiche effettuate da professionisti o da imprese installatrici.

Dichiarazione di conformità
Per gli edifici civili, al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità (DM 37/08 del 22 Gennaio 2008 Art. 6) che equivale a tutti gli effetti all'omologazione dell'impianto.

Fanno eccezione gli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione per i quali l'omologazione è effettuata dall'ASL o dall'ARPA competenti per territorio che effettuano la prima verifica.

17.1.4.2. Protezione dalle sovracorrenti

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

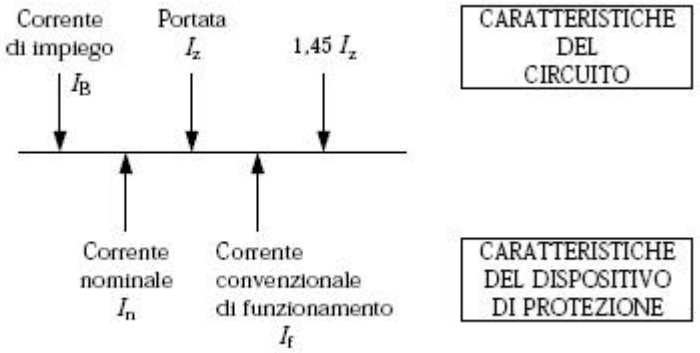
Protezione delle condutture contro le sovracorrenti
I conduttori attivi devono essere protetti tramite una delle modalità seguenti:
- installazione di dispositivi di protezione da sovraccarichi e cortocircuiti (CEI 64-8 Sez. 434 e Sez. 433) aventi caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici e da fusibili di potenza, oppure
- utilizzo di un alimentazione non in grado di fornire una corrente superiore a quella sopportabile dal conduttore.

I dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti sono:
- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

Sovraccarico
I dispositivi che permettono protezione unicamente dai sovraccarichi hanno la caratteristica di intervento a tempo inverso e possono avere potere di interruzione inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati (interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente o fusibili gG/aM).
Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

1) $I_B = I_n = I_Z$
2) $I_f = 1{,}45\ I_Z$

dove:
IB = corrente di impiego del circuito;
Iz = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);
In = corrente nominale del dispositivo di protezione (Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale In è la corrente di regolazione scelta);
If = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.



Si consiglia di non installare protezioni contro i sovraccarichi nei circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Cortocircuito
I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere i seguenti requisiti:
- potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di ctocto presunta nel punto di installazione (a meno di back up);
- tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di ctocto provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata le relazione:

$$I^2t = K^2S^2$$

dove:

t = durata in secondi;
S = sezione in mm^2;
I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;
K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC;
143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;
74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;
87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;
115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame;
I^2t = integrale di Joule per la durata del cortocircuito (espresso in A^2s).

La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata = 5s e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I dispositivi di protezione contro il ctocto devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S, K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:
- lunghezza tratto = 3m;
- realizzato in modo che la probabilità che avvenga un ctocto sia bassissima;
- non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

Il coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti può essere ottenuta tramite:
- un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi (se rispetta le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8 Sez. 433 ed ha un potere di interruzione maggiore o uguale al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione);
- dispositivi distinti, coordinati in modo che l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione dal ctocto sia inferiore o uguale a quella massima sopportabile dal dispositivo di protezione dal sovraccarico.

Protezione dei conduttori di fase
La rilevazione ed interruzione delle sovracorrenti deve essere effettuata per tutti i conduttori di fase a meno delle eccezioni specificate dalla Norma CEI 64-8 Sez. 473.3.2.

Protezione del conduttore di neutro
Sistemi TT o TN
E' necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro e conseguente interruzione dei conduttori di fase nel caso in cui il neutro abbia sezione minore dei conduttori di fase eccetto il caso in cui vengano soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni:
- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è inferiore al valore della portata di questo conduttore.

Sistema IT
Si raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro.
Nel caso di conduttore di neutro distribuito, a meno di specifiche descritte dalla norma CEI 64-8 Sez. 473.3.2.2, si devono effettuare:
- rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro di ogni circuito;
- interruzione di tutti i conduttori attivi e del conduttore di neutro (il conduttore di neutro deve essere interrotto dopo il conduttore di fase ed aperto prima).

17.1.4.3. Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
DM 37/08 (Articolo 6): Norme per la sicurezza degli impianti

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV)

Tensione a vuoto: = 50 V in c.a. (valore efficace)
= 120 V in c.c.

Alimentazioni:
- trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento similari;
- batteria;
- gruppo elettrogeno.

Circuiti:
Le parti attive devono essere elettricamente separate dagli altri circuiti (ovviamente anche circuiti SELV devono essere separati da quelli PELV) mediante i metodi specificati dalla Norma CEI 64-8 art. 411.1.3.2.

Prese a spina:
non devono poter permettere la connessione con sistemi elettrici differenti, inoltre le prese dei sistemi SELV non devono avere un contatto per il collegamento del PE.

Prescrizioni particolari per i circuiti PELV
Il circuito presenta un punto collegato a terra.
La protezione dai contatti diretti deve essere ottenuta con uno dei seguenti metodi:
- utilizzando involucri o barriere aventi IP = 2X (oppure IP = XXB);
- isolamento capace di sopportare 500V per un minuto.

Prescrizioni particolari per i circuiti SELV
Non è permesso il collegamento a terra né delle parti attive, né delle masse (generalmente nemmeno delle masse estranee).

La protezione dai contatti diretti è generalmente assicurata se non vengono superati i seguenti limiti di tensione nominale: 25V in c.a., oppure 60V in c.c.
Se vengono superati suddetti i limiti devono essere rispettate le condizioni dettate dalla norma CEI 64-8.

Protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistema FELV)
Sono definiti FELV quei sistemi aventi Vn = 50V in c.a. (oppure Vn = 120V (c.c.)) non rispettanti, per ragioni di funzionalità, tutte le prescrizioni richieste per sistemi SELV o PELV.

La protezione dai contatti diretti ed indiretti è garantita soddisfacendo i requisiti richiesti dagli art. 471.3.2 e 471.3.3 della norma CEI 64-8.

Le prese a spina e le prese non devono essere compatibili con altri sistemi di tensione

Protezione contro i contatti diretti

Protezione totale

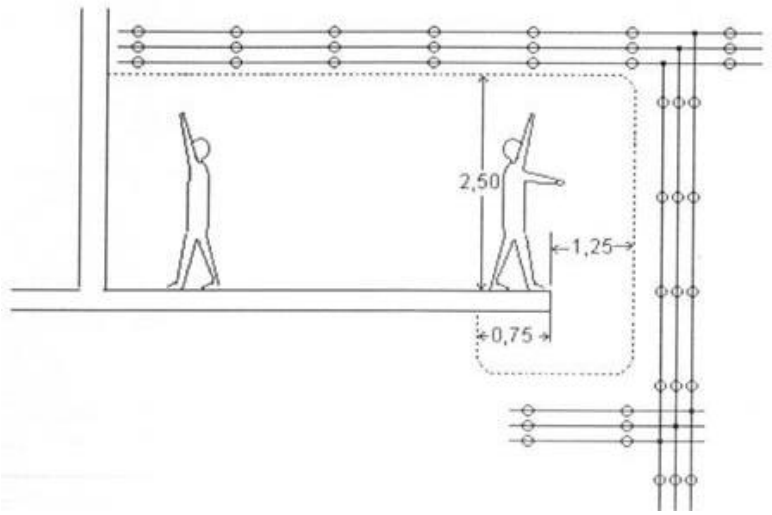
Protezione per mezzo di isolamento delle parti attive
Questa protezione è ottenuta tramite isolamento completo e irremovibile (tranne che per mezzo di distruzione) delle parti attive del sistema.

Protezione dalle parti attive per mezzo di involucri o barriere
Caratteristiche:
- IP = 2X o IP = IPXXB (IP = 4X o IP = XXD per quanto riguarda le superfici orizzontali superiori a portata di mano);
- nel caso debbano essere rimossi involucri o barriere si deve provvedere a rispettare i requisiti minimi forniti dalla norma (ad esempio rendendo possibile l'operazione solamente tramite chiave o attrezzo).

Protezione parziale

Protezione mediante ostacoli
Si devono fissare gli ostacoli in modo da impedire contatti involontari con pari attive e impedirne la rimozione accidentale.

Protezione mediante distanziamento
Si deve operare affinché non possano essere a portata di mano parti attive a tensione diversa.



Protezione contro i contatti indiretti

Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Questa metodologia di protezione è richiesta se sulle masse può essere superato (in caso di guasto) il seguente valore della tensione di contatto limite:

$$U_L > 50V \text{ in c.a. } (120V \text{ in c.c.})$$

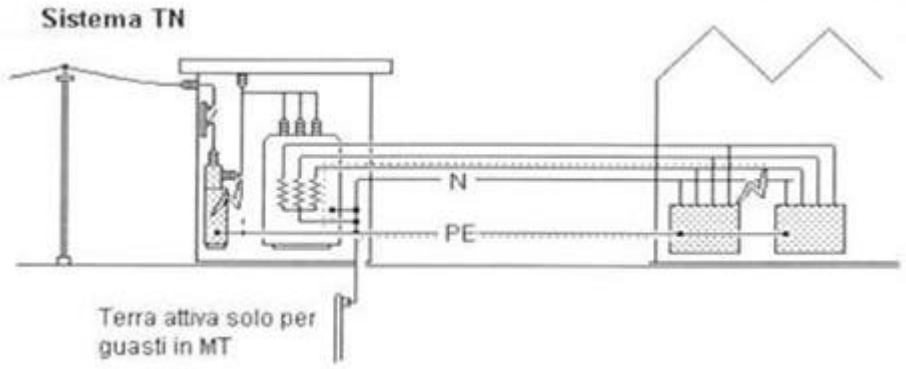
Si devono coordinare:
- tipologia di collegamento a terra del sistema;
- tipo di PE utilizzato;
- tipo di dispositivi di protezione.

Si devono collegare allo stesso impianto di terra tutte le masse a cui si possa accedere simultaneamente.

Devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale:
- il conduttore di protezione;
- il conduttore di terra;
- il collettore principale di terra;
- le masse estranee specificate all'art. 413.1.2.1.

In casi particolari definiti dalla norma può essere richiesto un collegamento equipotenziale supplementare.

Prescrizioni particolari per sistemi TN (Cabina propria, categoria I)



Questa tipologia di sistema è caratterizzata da:
- messa a terra del sistema di alimentazione tramite un punto di messa a terra (generalmente il neutro o in rari casi una fase);
- collegamento di tutte le masse (se necessario anche masse estranee) al punto di messa a terra.

Può essere utilizzato un conduttore PEN a posa fissa che funga sia da conduttore di neutro che da PE se si soddisfano le specifiche date dalla Norma CEI art 564.2:
- Sez = $10mm^2$ (rame) , oppure Sez = $16mm^2$ (alluminio);
- non abbia installato a monte un dispositivo differenziale.

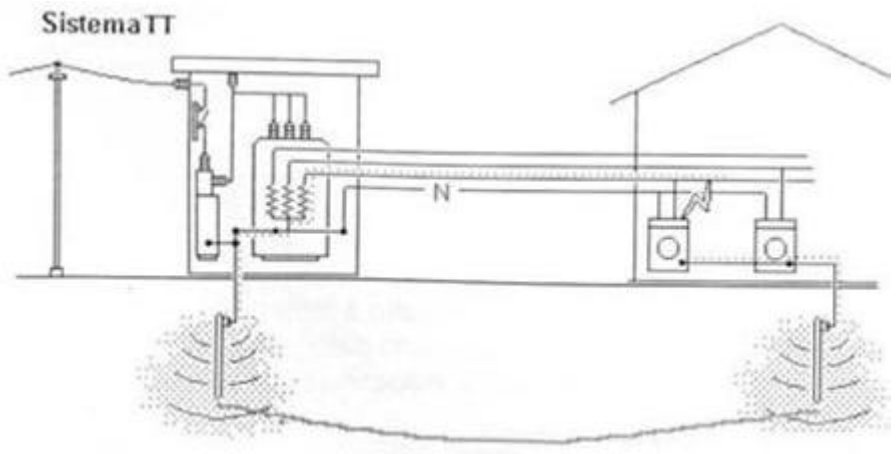
Deve essere garantita la protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione rispettando la seguente disequazione:

$$Ia = U_0/Z_S$$

Ia = valore di corrente definita dalla norma CEI 64-8 art.413.1.3.8;
U_0 = valore della tensione nominale tra fase e terra;
Zs = impedenza anello di guasto.

Per ottenere suddetta protezione possono essere impiegati apparecchi di protezione contro le sovracorrenti o apparecchi differenziali (facendo particolare attenzione per quest'ultimi alle limitazioni di applicazione nel sistema TN).

Prescrizioni particolari per sistemi TT (senza cabina propria, categoria I)



Questa tipologia di sistema è caratterizzata da:
- messa a terra del sistema di alimentazione tramite un punto di messa a terra (generalmente il neutro o una fase);
- collegamento di tutte le masse che devono essere protette da uno stesso dispositivo ad un unico impianto di terra.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere ottenuta mediante interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale, oppure dispositivi di protezione contro le sovracorrenti purché, per entrambi, sia verificata la seguente disequazione:

$$R_A \cdot I_A = 50$$

R_A [O] = resistenze dell'impianto di terra (condizioni più sfavorevole);
I_A [A] = corrente che provoca l'intervento del dispositivo automatico di protezione definita nei casi specifici dalla norma.

Collegamento equipotenziale supplementare
Il collegamento deve essere disposto tra tutte le masse e masse estranee che possono essere accessibili simultaneamente, inoltre deve essere collegato a tutti i conduttori PE dei componenti elettrici.

Protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente

La protezione deve essere ottenuta tramite:
- utilizzo di componenti elettrici di calasse II e quadri rispondenti alla Norma CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS));
- isolamento supplementare di componenti aventi il solo isolamento principale e isolamento rinforzato delle parti attive nude (entrambi ottenibili rispettando le condizioni art. 413.2 CEI 64-8).

Protezione mediante luoghi non conduttori
Evita il contatto simultaneo tra parti a potenziale differente a seguito di un guasto dell'isolamento principale.
L'utilizzo di componenti di classe 0 è ammesso alle seguenti condizioni:
- le masse e le masse estranee siano collocate in modo da non poter essere toccate simultaneamente (vedi norma CEI 64-8 Articolo 413.3);
- nel luogo non conduttore non devono essere distribuiti conduttori di protezione;
- la resistenza dei pavimenti e delle pareti isolanti non deve essere inferiore a 50kO per tensioni = 500V e 100kO per tensioni > 500V.

Questa tipologia di protezione è raramente applicabile in edifici civili e similari.

Protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra
Permette di evitare l'insorgere di tensioni di contatto pericolose.
Questa protezione è ottenuta mediante collegamento, non messo a terra tra tutte le masse e le masse estranee contemporaneamente accessibili. Tali conduttori non devono avere sezione inferiore a 2,5mm^2 se protetti meccanicamente e a 4mm^2 se non protetti meccanicamente.
Tutte le tubazioni metalliche, di qualsiasi tipo, uscenti o entranti dal locale, devono essere isolate mediante appositi giunti per evitare la propagazione di potenziali pericolosi.
Il locale deve risultare sotto sorveglianza di personale addestrato al fine di evitare l'introduzione nel locale di apparecchi collegati a terra o di masse estranee.
Questa tipologia di protezione è utilizzabile in situazioni particolari e mai in edifici civili e similari oppure in luoghi destinati ad ospitare il pubblico.

Protezione mediante separazione elettrica
Devono essere rispettate le condizioni descritte in art 413.5 Norma CEI 64-8.
Le prescrizioni generali sono:
- alimentazione del circuito tramite trasformatore di isolamento;
- avere Vn [V]xL [m] = 100000 con L [m] = 500 e Vn [V] = 500:
  Vn: tensione nominale alimentazione circuito;
  L: lunghezza circuito;
- utilizzare condutture distinte per diversi circuiti separati;
- non si devono collegare le parti attive né a terra né a nessun altro circuito;
- collegare le masse del circuito tramite conduttori equipotenziali isolati.

17.1.4.4. Coordinamento apparecchi di protezione

Riferimenti normativi

CEI EN 60898-1(CEI 23-3/1): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60947-2 (CEI 17- 5): Apparecchiature a bassa tensione.
Parte 2: Interruttori automatici
CEI EN 61008-1 (CEI 23-42) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

Il coordinamento dei dispositivi di protezione può essere di due tipi:
- selettivo;
- di sostegno (back-up).

18.1.4.4.1 Coordinamento selettivo

L'esigenza di ottenere selettività di intervento tra i dispositivi di protezione installati in un impianto è definita dal committente o dal progettista dell'impianto.

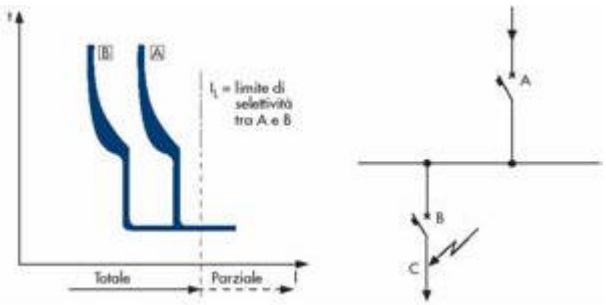
La mancanza di energia elettrica, anche per un breve tempo può causare danni economici e, in alcuni casi, compromettere la sicurezza delle persone. Ad esempio in alcuni impianti ove è richiesta la massima continuità di esercizio, quale:
- impianti industriali a ciclo continuo;
- impianti ausiliari di centrali;
- reti di distribuzione civili (ospedali, banche, ecc.);
- impianti di bordo,

predomina sulle altre esigenze quella di garantire il più possibile la continuità di funzionamento.

Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti
La soluzione normalmente adottata è quella del coordinamento selettivo delle protezioni di massima corrente che consente di isolare dal sistema la parte di impianto interessata dal guasto, facendo intervenire il solo interruttore situato immediatamente a monte di esso.

Al fine di realizzare un corretto coordinamento selettivo, si devono tener presente le seguenti regole fondamentali:
1) allo scopo di ridurre gli effetti di tipo termico ed elettrodinamico e contenere i tempi di ritardo entro valori ragionevoli, il coordinamento selettivo non dovrebbe avvenire tra più di quattro interruttori in cascata;
2) ciascun interruttore deve essere in grado di stabilire, supportare ed interrompere la massima corrente di cortocircuito nel punto dove è installato;
3) per assicurarsi che gli interruttori di livello superiore non intervengano, mettendo fuori servizio anche parti di impianto non guaste, si devono adottare soglie di corrente di intervento (ed eventualmente di tempo di intervento) di valore crescente partendo dagli utilizzatori andando verso la sorgente di alimentazione;
4) per assicurare la selettività, l'intervallo dei tempi di intervento dovrebbe essere approssimativamente di 0,1-0,2 s. Il tempo massimo di intervento non dovrebbe superare i 0,5 s.

La selettività tra due interruttori in cascata, può essere totale o parziale.

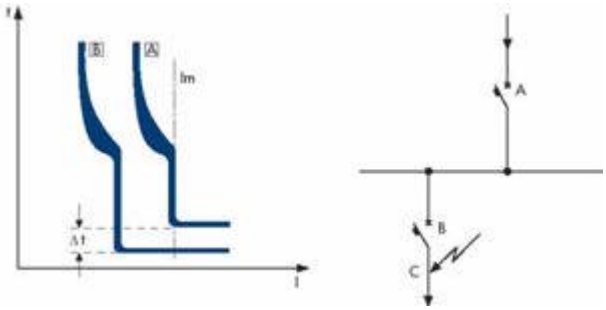


- *Selettività totale*
  La selettività è totale se si apre solo l'interruttore B, per tutti i valori di corrente inferiori o uguali alla massima corrente di ctocto presunta nel punto in cui è installato B.
- *Selettività parziale*
  La selettività è parziale se si apre solo l'interruttore B per valori di corrente di cortocircuito in C inferiori al valore I_L oltre il quale si ha l'intervento simultaneo di A e B.

Le tipologie di selettività ottenibili sono:
- cronometrica;
- amperometrica;
- di zona.

Selettività cronometrica
Può essere ottenuta con l'impiego di sganciatori o relé muniti di dispositivi di ritardo intenzionale dell'intervento.
I ritardi vengono scelti con valori crescenti risalendo lungo l'impianto per garantire che l'intervento sia effettuato dall'interruttore immediatamente a monte del punto in cui si è verificato.
L'interruttore A interviene con ritardo ?t rispetto all'interruttore B, nel caso che entrambi gli interruttori siano interessati a una corrente di guasto di valore superiore a I_m.

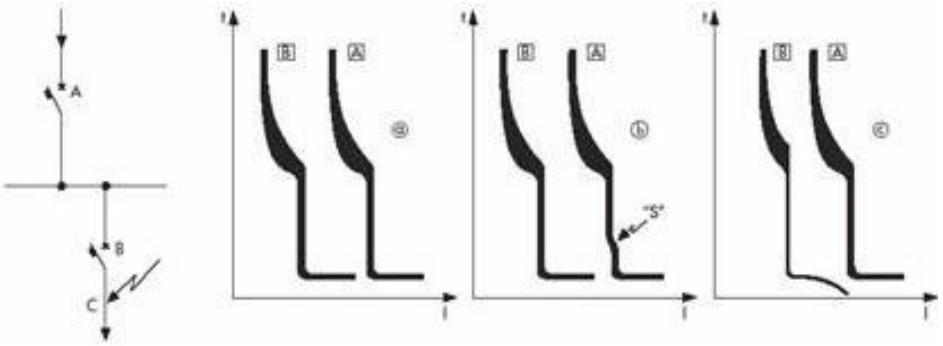
L'interruttore A, ovviamente, dovrà essere in grado di sopportare le sollecitazioni dinamiche e termiche durante il tempo di ritardo.



Selettività amperometrica
Può essere ottenuta regolando la soglia di intervento istantaneo a valori di corrente diversi fra gli interruttori A e B e sfruttando la condizione favorevole del diverso valore assunto dalla corrente di

cortocircuito in funzione della posizione in cui si manifesta il guasto a causa dell'impedenza dei cavi.

Per effetto della limitazione dovuta a questa impedenza in certi casi è possibile regolare l'intervento istantaneo dell'interruttore a monte del cavo ad un valore dell'intensità di corrente superiore a quello del massimo valore raggiungibile dalla corrente di guasto che percorre l'interruttore a valle, pur assicurando quasi completamente la protezione della parte di impianto compresa tra i due interruttori.



A seconda degli interruttori impiegati la selettività amperometrica può assumere condizioni diverse:

a) con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e a valle: la selettività è tanto più efficace e sicura quanto più grande è la differenza tra la corrente nominale dell'interruttore posto a monte e quella dell'interruttore posto a valle.
Inoltre la selettività amperometrica generalmente risulta totale se la corrente di ctocto in C è inferiore alla corrente magnetica dell'intervento dell'interruttore A;

b) con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e interruttori tradizionali a valle: selettività amperometrica, per valori di corrente di ctocto elevati, può essere migliorata utilizzando interruttori a monte provvisti di relé muniti di breve ritardo (curva "S").
La selettività è totale se l'interruttore A non si apre.
La possibilità di avere interventi selettivi senza l'introduzione di ritardi intenzionali riduce le sollecitazioni termiche e dinamiche all'impianto in caso di guasto e frequentemente permette di sotto-dimensionare alcuni suoi componenti.

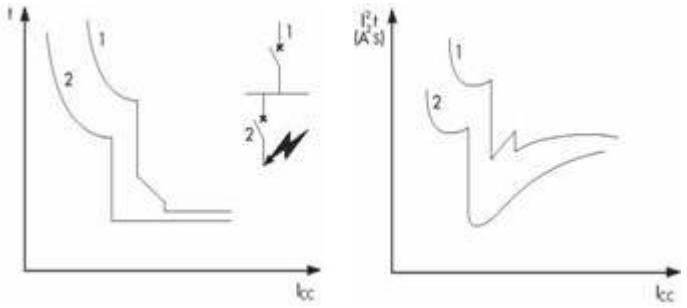
c) con interruttori tradizionali a monte e interruttori limitatori a valle: usando interruttori limitatori a valle e, a monte di essi, interruttori tradizionali (dotati di potere d'interruzione adeguato con sganciatori di tipo istantaneo) è possibile ottenere selettività totale.
In questo caso la selettività dell'intervento si realizza grazie ai tempi di intervento estremamente ridotti dell'interruttore limitatore che riducono l'impulso di energia dovuto alla corrente di guasto a valori tanto bassi da non causare l'intervento dell'interruttore a monte.
Con questo principio è possibile realizzare la selettività totale anche tra interruttori limitatori di diverso calibro fino a quei valori di corrente che non provocano l'apertura transitoria dei contatti del limitatore a monte.

Selettività energetica

È un tipo di selettività alla quale si ricorre quando fra due interruttori non è possibile impostare un tempo di ritardo nell'intervento.
Questo sistema può consentire di ottenere un livello di selettività che va oltre il valore della soglia magnetica dell'interruttore a monte, impiegando un interruttore limitatore a valle.

Nel caso si abbia a monte un interruttore del tipo B ma con Icw = Icu, in funzione della limitazione effettuata dall'interruttore a valle possiamo ottenere un limite di selettività superiore al valore della soglia istantanea dell'interruttore a monte.

Per lo studio della selettività energetica non si confrontano le curve di intervento corrente/tempo dei componenti installati in serie ma le curve dell'energia specifica (I^2t) lasciata passare dall'interruttore a valle e la curva dell'energia dell'interruttore a monte. Si ottiene la selettività energetica se le due curve non hanno punti di intersezione. L'effetto di limitazione dell'energia specifica passante è funzione del tipo di interruttore (meccanismo di apertura, contatti ecc.) mentre il livello energetico di non sgancio è legato alle caratteristiche di intervento dello sganciatore (soglia istantanea, tempo di intervento), nonché dalla soglia di repulsione dei contatti (apertura incondizionata).



Per poter realizzare in maniera ottimale una selettività energetica occorre pertanto impiegare:
- sganciatori istantanei con tempo di risposta legato alla corrente di cortocircuito e di taglia diversa;
- interruttori con una forte limitazione di corrente ed i contatti differenziati per taglia.

L'impiego di interruttori limitatori a valle permette inoltre una sensibile riduzione delle sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche alle quali è soggetto l'impianto e di contenere i ritardi intenzionali imposti agli interruttori installati a livello primario.

Selettività di zona o "accelerata"
L'adozione del coordinamento selettivo delle protezioni comporta per sua natura l'allungamento dei tempi di eliminazione dei guasti man mano che ci si avvicina alla sorgente dell'energia e quindi dove il valore della corrente di guasto è maggiore.
In impianti importanti, nei quali i livelli di distribuzione possono diventare molti, questi tempi potrebbero diventare inaccettabili sia per il valore elevato dell'energia specifica passante I^2t ,sia per l'incompatibilità con i tempi di estinzione prescritti dall'Ente fornitore di energia.
In questi casi può essere necessario adottare un sistema di selettività di zona o "accelerata".
Questa tecnica, più sofisticata, consente di accorciare i tempi determinati dalla selettività cronometrica tradizionale pur mantenendo la selettività degli interventi.
Questo tipo di coordinamento si basa sulle seguenti operazioni:
- immediata individuazione dell'interruttore a cui compete l'eliminazione selettiva del guasto;
- abbreviazione del tempo di intervento di tale interruttore;
- mantenimento del coordinamento selettivo degli interruttori a monte.

Il principio su cui basarsi per determinare quale sia l'interruttore più vicino al guasto consiste nell'utilizzare la corrente di guasto come unico elemento di riferimento comune per i vari

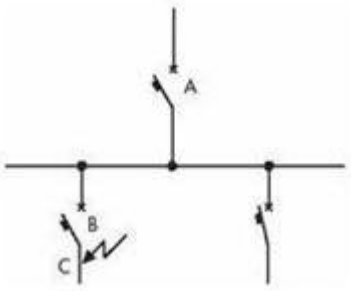
interruttori e creare un interscambio di informazioni in base alle quali determinare in modo praticamente istantaneo quale parte dell'impianto deve essere tempestivamente staccata dal sistema.

Coordinamento selettivo tra dispositivi differenziali
Questo coordinamento è ottenuto tra due dispositivi differenziali in serie se vengono soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:
- l'apparecchio a monte deve aver caratteristica di funzionamento ritardata (tipo S);
- il rapporto tra la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte e la corrente differenziale nominale del dispositivo a valle deve essere:

$$Idn_{monte} = 3\ Idn_{valle}.$$

18.1.4.4.2 Protezione di sostegno (Back-up)

Si deve utilizzare una protezione di sostegno quando è richiesta l'apertura contemporanea dell'interruttore a monte e dell'interruttore a valle, oppure quella del solo interruttore a monte per valori della corrente di cortocircuito superiori ad un certo valore limite.
Tale tipo di protezione è ammesso dalle norme CEI 64-8 e CEI EN 60947-2 A1.



Gli interruttori A e B, disposti in serie in un circuito, sono coordinati in modo tale da intervenire simultaneamente in caso di guasto in C per un valore di corrente superiore ad una prefissata soglia, detta corrente di scambio.
In tal modo i due interruttori interagiscono tra loro comportandosi come fossero una sola unità con due interruzioni poste in serie che interrompono il cortocircuito.
Tutto ciò conferisce all'insieme e quindi anche all'interruttore B un potere di interruzione superiore a quello che l'interruttore B stesso potrebbe fronteggiare da solo.
L'impiego di interruttori limitatori a monte consente maggiori margini di sicurezza.
La protezione di sostegno viene utilizzata in impianti elettrici in cui la continuità di esercizio della parte non guasta non è requisito fondamentale, ma esistono altre esigenze prioritarie quali:
1) la necessità di limitare gli ingombri delle apparecchiature elettriche;
2) la necessità di non modificare impianti esistenti anche se non più idonei alle nuove correnti di guasto;
3) il problema tecnico-economico di contenere il dimensionamento dei componenti dell'impianto elettrico.

La protezione di sostegno, pertanto, è applicabile quando non vi sono esigenze di selettività e consente, in particolare, di proteggere impianti sottodimensionati rispetto alla corrente di guasto presunta (ossia consente sensibili risparmi nel dimensionamento degli interruttori a valle).

Le condizioni indispensabili per la realizzazione della protezione di sostegno sono le seguenti:

1) l'interruttore a monte deve avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione dell'interruttore a valle;
2) la corrente di cortocircuito e l'energia specifica, lasciata passare di fatto nell'impianto dall'interruttore a monte non devono danneggiare l'interruttore a valle;
3) i due interruttori devono essere realmente in serie in modo da essere percorsi dalla stessa corrente in caso di guasto.

È comunque necessario, in caso di adozione della protezione di sostegno, scegliere combinazioni di apparecchi delle quali siano state verificate dal costruttore attraverso prove pratiche, l'efficienza e le caratteristiche del complesso. Si deve infatti precisare che il valore del potere di interruzione della serie non può essere ricavato teoricamente, ma può essere definito solo con prove dirette, fatte in laboratorio.

17.1.5. Comandi

17.1.5.1. Sezionamento e comando

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

Sezionamento
Deve essere previsto il sezionamento dell'impianto elettrico, o parte di esso, tramite l'utilizzo di apposito dispositivo in modo da permettere operazioni di manutenzione, rilevazione guasti, riparazione, ecc.
Il sezionamento deve essere generalmente effettuato su tutti i conduttori attivi.
La posizione di aperto dei contatti deve essere visibile direttamente oppure tramite un indicatore meccanicamente vincolato ai contatti.
Il dispositivo di chiusura deve essere tale da impedire manovre non intenzionali in seguito a urti, vibrazioni, falsi contatti elettrici, guasti, ecc.

Per evitare alimentazioni intempestive possono essere adottate le seguenti precauzioni:
- blocchi meccanici;
- scritta o altra opportuna segnaletica;
- sistemazione in involucro o in locale chiuso a chiave.

L'interruttore differenziale non deve mai essere installato a monte di un conduttore PEN.

Il conduttore di terra non deve mai essere sezionato o interrotto in nessun sistema.

Non devono mai essere installati dispositivi di sezionamento e comando sul conduttore PEN in:
- sistemi TN-C;
- nella parte TN-C dei sistemi TN-C-S;

Nei sistemi TN-C e nella parte TN-C dei sistemi TN-C-S, sul conduttore PEN e PE il sezionamento deve essere effettuato solo mediante dispositivo apribile con attrezzo per effettuare misure.

Comando funzionale

Il comando funzionale ha la funzione, in condizioni ordinarie, di aprire, chiudere o variare la tensione di un circuito.
Possono essere utilizzate come comandi funzionali le prese aventi In = 16A.

Interruzione per manutenzione non elettrica
Devono essere installati apparecchi di interruzione dell'alimentazione negli impianti in cui la manutenzione non elettrica possa comportare rischi per le persone.
Tali apparecchi devono essere installati in luogo permanentemente sotto controllo degli addetti alla manutenzione (quando ciò non è possibile si devono adottare provvedimenti contro la chiusura intempestiva da parte di terzi, simili a quelli prescritti per il sezionamento).

17.1.5.2. Comando e arresto di emergenza

Riferimenti normativi
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
DM 8/3/85 Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nulla osta provvisorio di cui alla Legge 7 Dicembre 1984 N° 818

Prescrizioni per l'impianto elettrico
Il comando di emergenza ha il compito di permettere la messa fuori tensione di un circuito in caso di situazione di pericolo.
Deve essere facilmente individuabile e generalmente deve intervenire su tutti i conduttori attivi.
Il comando di emergenza deve disalimentare solamente i circuiti ordinari e non quelli di sicurezza.
Deve inoltre essere facilmente raggiungibile ed identificabile.

Le tipologie di dispositivi impiegati come comando di emergenza sono le seguenti:
- interruttori magnetotermici;
- interruttori magnetotermici e differenziali o interruttori differenziali puri;
- interruttori di manovra;
- dispositivi con comando a distanza (la cui apertura deve avvenire per diseccitazione di bobina) agenti sul circuito dell'alimentazione.

Il comando di emergenza deve essere installato nei seguenti luoghi ed impianti (sono riportati i più comuni):
- Ascensori e montacarichi;
- Attività soggette al controllo VVF;
- Attività turistico-alberghiere;
- Autorimesse con capacità di parcamento superiore a 9 veicoli;
- Cantieri;
- Centrali termiche a gasolio e a gas con potenzialità maggiore di 35kW;
- Centri commerciali;
- CED;
- Depositi di GPL;
- Grandi cucine;
- Edifici pregevoli per arte e storia;
- Edifici scolastici;
- Gruppi elettronici;

- Impianti automatici antincendio;
- Impianti di distribuzione stradale di GPL per autotrazione;
- Impianti sportivi;
- Laboratori elettrici;
- Lampade a scarica a catodo freddo ad alta tensione;
- Liquidi infiammabili;
- Locali di pubblico spettacolo;
- Luoghi con pericolo di esplosione;
- Luoghi di lavoro;
- Metropolitane;
- Miniere;
- Lavorazione , immagazzinamento, impiego, vendita e trasporto di oli minerali;
- Ospedali, case di cura;
- Sistemi di ventilazione.

17.1.6. Centrali tecnologiche

17.1.6.1. Centrale di sollevamento acque nere

Riferimenti normativi

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati

Costituzione dell'impianto elettrico

L'impianto è generalmente costituito da:
- due pompe (una di riserva all'altra con eventuale installazione di apparecchiatura per garantirne l'alternanza automatica);
- compressore.

Per la parte sommersa dell'impianto (pompe, galleggianti, sensori, cavi, ecc.) va posta una particolare attenzione per i pericoli legati alla corrosione, per la penetrazione dei liquidi (mantenimento del grado IP), per i componenti esposti ad esalazioni.

Prescrizioni per l'impianto elettrico

Se l'impianto elettrico è realizzato all'esterno, si consiglia come grado di protezione almeno IP43.
Se l'impianto è realizzato all'interno, il grado di protezione minimo consigliato è IP40.

L'impianto elettrico è generalmente eseguito a vista.

E' consigliato l'utilizzo e l'installazione di prese a spina di tipo industriale:
- monofase 2P+T da 16A;
- trifase 3P+T da 16A.

È opportuno prevedere un impianto di segnalazione del livello di guardia e di relativo allarme.

Prescrizioni per l'equipaggiamento elettrico delle macchine
L'impianto elettrico è composto da:
- alimentazione ordinaria delle macchine;
- alimentazione di riserva delle macchine (ove necessaria);
- alimentazione dei dispositivi di regolazione e controllo.

Devono essere previsti:
- dispositivi di sezionamento dell'alimentazione (in caso di due o più dispositivi è obbligatorio l'utilizzo di interblocchi protettivi). La maniglia deve essere situata fra 0,6 e 1,9m sopra il piano di servizio (max 1,7m);
- dispositivi di prevenzione di avviamenti imprevisti;
- dispositivi per il sezionamento dell'equipaggiamento elettrico.

Le chiusure non intenzionali e/o erronee del dispositivo di sezionamento devono essere prevenute mediante l'utilizzo di opportuni mezzi di blocco (in posizione di aperto), a meno che non siano posti in luogo chiuso, nel qual caso possono essere utilizzati altri mezzi (es. targhette avvertimento). La norma CEI 44-5 fornisce le eccezioni per le quali è possibile omettere tale prescrizione.

Prescrizioni per la manutenzione
Nel caso di manutenzione non elettrica devono essere previsti:
- dispositivi di interruzione dell'alimentazione (nel caso di possibili rischi per le persone. CEI 64-8 463.1);
- provvedimenti per evitare che le apparecchiature meccaniche alimentate elettricamente vengano riattivate accidentalmente durante la manutenzione non elettrica (nel caso di controllo non continuo delle persone addette a tale manutenzione CEI 64-8 463.2).

Esempio:
- blocco meccanico sul dispositivo di interruzione;
- scritte od altre opportune segnalazioni;
- collocazione dei dispositivi di interruzione entro un locale o un involucro chiusi a chiave.

Inoltre per facilitare la manutenzione si consiglia l'installazione di:
- una presa a spina 2P + T 16A 250V, a ricettività multipla P17/11 (bipasso);
- una presa a spina 2P + T 16 A 250V, P30 e, se esistono circuiti trifase.

17.1.7. Prescrizioni per impianti di illuminazione

17.1.7.1. Impianto di illuminazione esterna

Riferimenti normativi
CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI 81-4: Protezione delle strutture contro i fulmini - Valutazione del rischio dovuto al fulmine
CEI EN 50086-2-4: Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
DM 14/06/1989 n. 236: Decreto Ministeriale Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236

UNI 10819: Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
UNI40: Pali per illuminazione pubblica

Prescrizioni per l'impianto
Gli impianti all'aperto destinati all'illuminazione possono essere realizzati con punti luminosi applicati alle pareti od istallati su pali o altri sostegni.
Sono suddivisi in impianti:
- in derivazione;
- in serie;
- indipendenti;
- promiscui.

E' consigliata l'installazione di un circuito dedicato.

Gli apparecchi da utilizzare spaziano dalla tipologia con ottica stradale alle decorative in base all'utilizzo ed alle necessità.

Devono essere rispettati i limiti di progetto illuminotecnico imposti dalla norma UNI 10819 che hanno l'obiettivo di limitare l'inquinamento luminoso, tale norma è valida solo nelle regioni sprovviste di un proprio regolamento o che hanno adottato le indicazioni UNI come normativa regionale.

Al fine di contenere i consumi energetici è fondamentale l'installazione di:
- lampade con elevata efficienza luminosa;
- alimentatori aventi elevato rendimento elettrico;
- apparecchi caratterizzati da ottiche ad alto rendimento.

La caduta di tensione massima ammessa lungo l'impianto è del 5%.

Se l'impianto richiede l'utilizzo di pali di illuminazione devono essere installati in accordo con la norma UNI EN 40 (se necessario anche la Norma CEI 11-4) rispettando eventualmente la larghezza minima di 90cm (tra pali installati ai lati opposti del passaggio) richiesta per i passaggi pedonali (DM 14/06/1989 n. 233).
Generalmente non è richiesta la protezione dei sostegni dai fulmini.

Devono essere rispettate le distanze minime fornite dalle Norme CEI tra i componenti dell'impianto di illuminazione e le linee elettriche.

La resistenza di isolamento dell'impianto deve rispettare i valori definiti nella Norma CEI 64-8.

La protezione dai contatti diretti deve essere ottenuta tramite:
- isolamento;
- barriere o involucri.

L' accessibilità agli apparecchi di illuminazione non è generalmente consentita senza precedente rimozione della protezione diretta.

• Se h > 2,8m allora accessibilità diretta consentita
• Se h > 2,5m e ambiente non inquinato allora IP apparecchio illuminazione maggiore o uguale a 23

Ai fini della protezione dai contatti indiretti possono essere utilizzate le seguenti metodologie di protezione:
- utilizzo di componenti di classe II;
- interruzione automatica dell'alimentazione.

Non sono invece ammesse le seguenti metodologie di protezione:
- luogo non conduttore;
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

Il grado minimo di protezione per i componenti elettrici deve essere IP43 e può essere elevato in caso di installazioni particolarmente gravose.

Livelli medi di illuminamento
Sono consigliati 10?20 lux.

17.2. PRODOTTI

17.2.1. Quadri, centralini e cassette

17.2.1.1. Quadri e armadi di distribuzione in metallo

Tutte le apparecchiature elettriche interne al quadro devono essere fissate su piastre metalliche o su telai realizzati in profilati DIN;

In tutti i quadri situati nei locali aperti al pubblico e/o ove i quadri siano accessibili anche a personale non addestrato le porte frontali devono essere in vetro fumé temperato di sicurezza. Negli altri locali sono ammesse porte frontali in lamiera;

Le protezioni elettriche devono essere realizzate con interruttori automatici magnetotermici e magnetotermici differenziali, non sono ammessi fusibili, salvo dove esplicitamente indicato sugli schemi;

Tutti gli apparecchi devono essere contrassegnati da targhette, che devono riportare le sigle indicate sugli schemi elettrici di progetto;

Le morsettiere devono essere dimensionate in funzione della sezione dei cavi elettrici, ogni morsetto un solo conduttore;

Gli apparecchi elettrici, interruttori e sezionatori, devono essere in grado di interrompere o sopportare la corrente di corto circuito nel punto dove sono installati; inoltre devono sezionare sia i conduttori attivi che il neutro;

Le carpenterie devono essere costituite da strutture portanti e involucri di tipo prefabbricato e modulare, facilmente assiemabili ed in grado di consentire la realizzazione di carpenterie diverse per forme, dimensioni e funzioni;

Le strutture portanti (come base e testata), gli involucri e gli elementi di copertura metallici (come pannelli laterali, frontali e porte) devono essere in lamiera di acciaio verniciata con polveri epossipoliestere mentre gli accessori di fissaggio e di supporto per gli apparecchi elettrici devono essere in acciaio zincato;

Deve essere garantita l'equipotenzialità degli elementi strutturali metallici della carpenteria mediante messa a terra automatica per contatto;

Le carpenterie devono essere predisposte per accogliere sistemi di cablaggio rapido (sia per apparecchi modulari che scatolati) testati e garantiti dal costruttore del sistema;

Al fine di sfruttare in modo ottimale gli spazi, di facilitare il cablaggio e di semplificare il montaggio, tutte le apparecchiature elettriche devono poter essere installate all'interno della carpenteria per mezzo di appositi kit di installazione fissati alla struttura con passo variabile di 25mm;

La verniciatura delle lamiere deve essere realizzata con polveri epossipoliestere con finitura bucciata colore grigio RAL 7035; nelle versioni da pavimento lo zoccolo sarà verniciato con polveri epossipoliestere colore blu RAL 5003;

Al fine di avere un maggiore spazio per le leve degli organi di comando la porta frontale in vetro deve essere in vetro curvo temprato di sicurezza. Per le porte in vetro si richiede inoltre un grado di resistenza meccanica agli urti IK?07.

18.2.1.1.1 Quadri da parete e pavimento componibili fino a 630A

Riferimenti normativi

CEI EN 60439/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI EN 61439/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439/2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Parte 2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra di potenza

Caratteristiche generali

Il quadro elettrico di distribuzione deve essere del tipo componibile ed avere le seguenti dimensioni BxH (mm):

Dimensioni reali	relative dimensioni funzionali
650x1040	600x1000 (max 144 moduli);
650x1240	600x1200 (max 192 moduli);
850x1040	850x1000 (max 216 moduli);
850x1240	850x1200 (max 288 moduli);
650x1640	600x1600 (max 240 moduli);
650x1840	600x1800 (max 288 moduli);
650x2040	600x2000 (max 312 moduli);
850x1640	850x1600 (max 360 moduli);
850x1840	850x1800 (max 432 moduli);
850x2040	850x2000 (max 468 moduli);

Forme di segregazioni ottenibili: fino alla 2b;

Per facilitarne il cablaggio deve essere possibile il cablaggio a banco a struttura completamente aperta (solo fondo con telai funzionali);

Per una maggiore flessibilità deve essere consentita l'affiancabilità laterale;

Nell'involucro di larghezza funzionale 850mm deve essere possibile inserire un vano interno che, per mezzo di appositi accessori realizzati dal costruttore del sistema, possa essere utilizzato come risalita cavi, morsettiera verticale o vano barre;

Qualora nelle strutture da pavimento sia necessario uno spazio maggiore rispetto a quello disponibile nel vano cavi interno è possibile affiancare un vano cavi esterno;

Gli involucri da pavimento devono essere provvisti di zoccolo ispezionabile di altezza non inferiore a 100mm;

Al fine di garantire la massima flessibilità di installazione in cantiere, il quadro elettrico deve essere dotato di flange asportabili per l'ingresso cavi;

Nel caso di installazione nel vano cavi, dopo aver aperto la porta del quadro, le barre devono essere protette da un'ulteriore porta in metallo dotata di cerniere e chiusura tramite viti;

Gli involucri e gli elementi di copertura (pannelli laterali e porte) devono essere in lamiera di acciaio verniciato con epossipoliestere grigio RAL 7035 bucciato con spessore rispettivamente non inferiore a 12/10mm e 15/10mm;

Le porte degli involucri da pavimento devono essere complete di maniglia reversibile e dotate di quattro punti di chiusura comandabili mediante apposite aste. La chiusura deve essere effettuata da un unico blocco a chiave standard di tipo a doppia aletta oppure, secondo le necessità, da una maniglia girevole con serratura di sicurezza (tipo Yale);

Il quadro nella versione da parete deve essere provvisto di porte frontali incernierate con sistema di chiusura con chiave di tipo Yale o ad alette e con apertura reversibile;

Nel caso di porta trasparente, la finestra deve essere equipaggiata con cristallo in vetro temperato di

sicurezza con spessore 4mm; al fine di avere più spazio per le leve degli organi di comando, lo spazio utile massimo tra i pannelli frontali e la porta in vetro deve essere non inferiore a 53mm. Si richiede inoltre un grado di resistenza meccanica agli urti di IK = 07;

I pannelli finestrati 45mm devono essere di spessore non inferiore a 12/10mm per installazione di apparecchiature modulari su guida DIN costituita da un profilato doppio di alluminio ad alta resistenza.

Le guide DIN devono poter essere regolabili in profondità nell'eventualità di installare sulle stesse anche interruttori scatolati 250A;

Deve essere possibile installare una canalina verticale per lato della misura di almeno 60x80mm e una orizzontale tra ogni singola guida DIN della misura di 60x80mm;

Al fine di sfruttare in modo ottimale gli spazi, di facilitare il cablaggio e di semplificare il montaggio, tutte le apparecchiature devono poter essere installate all'interno della carpenteria per mezzo di appositi kit di installazione fissati alla struttura con passo variabile di 25mm;

I pannelli frontali devono inoltre essere incernierabili (indifferentemente a destra o a sinistra) e dotati di sistema di messa a terra automatica per contatto;

Il sistema deve comprendere una vasta gamma di piastre interne di fondo in lamiera zincata di spessore non inferiore a 20/10mm da fissare alla struttura con passo variabile di 25mm;

Secondo le soluzioni applicative deve essere possibile trasformare il grado di protezione dei quadri elettrici, ovvero:

- IP30 nella versione senza porta
- IP40 nella versione con porta vetro/piena
- IP43 nella versione con porta vetro/piena e kit IP43

Per i quadri elettrici si richiedono le seguenti caratteristiche tecniche come requisiti minimi:

- Max corrente nominale interruttore scatolato	630A
- Portata di corrente massima delle sbarre	630A (IP43)
- Tensione nominale di impiego Ue	690V
- Tensione nominale di isolamento Ui	1000V
- Tenuta ad impulso Uimp	8kV 1,2/50µs
- Corrente nominale di cortocircuito Icw	35kA per 1s
- Corrente max di picco Ipk	73kA

Tutti componenti del sistema devono essere atti a realizzare quadri elettrici conformi alle norme:

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1);

Il quadro elettrico deve essere montato e cablato come da schemi elettrici di progetto, realizzato e collaudato in conformità alle normative vigenti e corredato di accessori e oneri relativi per renderlo installato a regola d'arte.

17.2.1.2. Quadri di distribuzione e automazione

La gamma dei contenitori universali da parete, stagni, in materiale isolante Halogen Free, metallo, acciaio inox, sarà caratterizzata da una grande flessibilità di allestimento, e potrà essere predisposta sia per il montaggio di apparecchi su guide EN50022 che per inserimento di piastre di fondo a tutta altezza o parziali adatte per il fissaggio di componenti non modulari. Su una stessa intelaiatura dovranno poter essere montate sia guide che piastre ottenendo facilmente quadri misti di comando, protezione, segnalazione, automazione e misure. Dovrà inoltre prevedere contenitori adatti all'installazione a parete che contenitori adatti all'installazione a semi-incasso.

Di seguito vengono elencati i principali requisiti a cui dovranno rispondere ciascuna delle tipologie di contenitori sopra elencate.

18.2.1.2.1 Contenitori da parete e da semi incasso

Riferimenti normativi
IEC 60670-1: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 1: General requirements
IEC 60670-22: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 22: Particular requirements for connecting boxes and enclosures
CEI 23-48: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI 23-49: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile

Caratteristiche
- Capacita da 8 a 32 moduli EN50022, disposti su più file;
- Disponibilità nelle versioni con porta cieca o trasparente in tecnopolimero Halogen Free e accessoriabile con serratura di sicurezza;
- Guide EN50022 regolabili in profondità e montate su telaio estraibile, così da accogliere anche interruttori modulari fino a 125A, e piastre in lamiera o in materiale isolante per il fissaggi di apparecchi non modulari;
- Tensione nominale di impiego 690V;
- Presenza nella gamma di telaio estraibile, che permette il cablaggio a banco e successiva installazione nel contenitore;
- Contenitori predisposti per alloggiamento morsettiere;
- Possibilità di montaggio di strumenti di misura o pulsanti segnalatori ?22mm direttamente sulla porta stessa grazie al reticolo funzionale di riferimento;
- Grado di protezione IP55;
- Grado di resistenza agli urti fino a IK08;
- Protezione tramite doppio isolamento contro i contatti indiretti;
- Glow wire test 650°C;
- Termopressione con biglia: 120°C.

1.2.1.2.2 Quadri stagni da parete

Riferimenti normativi
IEC 60670-1: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed

electrical installations - Part 1: General requirements
IEC 60670-22: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 22: Particular requirements for connecting boxes and enclosures
CEI 23-48: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI 23-49: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
CEI EN 62208 (CEI 17-87): Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali
CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

La gamma si basa su 7 taglie ciascuna delle quali disponibile in tre differenti tipologie di materiali: termoindurente (poliestere caricato fibra vetro) Halogen Free, metallo, acciaio inox.
Gli accessori di configurazione sono comuni a ciascuna delle tre tipologie costruttive e sfruttano il nuovo sistema a montaggio rapido in metallo.
Le versioni in poliestere caricato fibra vetro dovranno avere la possibilità de fissaggio dei pannelli, oltre che su telaio estraibile, anche direttamente nulle sedi poste sulle pareti laterali del quadro.
Le versioni in metallo hanno, a partire dalla taglia con altezza 650mm, fondo munito di flangia per passaggio cavi mentre quelle in termoindurente sono tutte monoblocco.

Caratteristiche
- Capacità da 36 a 180 moduli EN50022;
- disponibilità nelle versioni con porta trasparente o con porta cieca, munite di serratura e con possibilità di apertura a 180° della stessa, così da consentire una migliore accessibilità all'interno del quadro;
- possibilità, tramite appositi accessori, di realizzare telai estraibili che offrano anche la possibilità di aggancio per piastre ad altezza parziale per il fissaggio di apparecchi non modulari;
- guide EN50022 dotate di dispositivi di regolazione in profondità e bloccaggio rapido tramite molla in grado di accogliere anche interruttori non modulari fino a 160A
- tutti gli elementi di fissaggio e supporto di dispositivi modulari e non dovranno essere in metallo;
- La famiglia dev'essere dotata di kit accessori per scatolati fino a 250A, Kit per supporto a palo e kit per canaline di cablaggio;
- I pannelli dovranno essere dotati di viti in materiale isolante, piombabili ed a chiusura rapida ad ¼ di giro;
- tensione nominale di impiego: 690V;
- corrente nominale di cto cto di breve durata: Icw = 10kA;
- corrente nominale di corto circuito condizionata: Icc=10kA;
- possibilità di montaggio sul fronte di pannelli ciechi o controporta a tutta altezza per strumenti di misura o per pulsanti segnalatori ?22mm;
- le carpenterie in metallo potranno essere equipaggiate con controporte specifiche in metallo;
- grado di protezione da IP55 a IP65 a seconda della tipologia;
- grado di resistenza agli urti fino a IK10;
- protezione tramite doppio isolamento contro i contatti indiretti (per le versioni in termoindurente)

o tramite apposito morsetto di messa a terra per le versioni in metallo;
- Glow Wire Test da 650°C a 960°C a seconda della tipologia.

La gamma è completata da una serie di complementi tecnici di carpenteria meccanica, di cablaggio e di servizio che permettono la configurazione del quadro elettrico in modo da rispondere alle diverse esigenze.

17.2.1.3. Comandi industriali

Riferimenti normativi

Contenitori

IEC 670 (CEI 23-48): Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali

Pulsanti e selettori

CEI 17-45 (EN 60947-5-1): Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 5: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra - Sezione 1: Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando

Segnalatori luminosi

CEI 17-45 (EN 60947-5-1): Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 5: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra - Sezione 1: Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando

CEI EN 60073 (CEI 16-3): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Principi di codifica per gli indicatori e per gli attuatori

Gamma di apparecchi di comando e segnalazione con corpo in materiale termoplastico per fissaggio a ghiera in contenitori o pannelli. La gamma dovrà inoltre includere contenitori vuoti con capienza fino ad almeno 12 posti e contenitori completi di operatori nelle configurazioni più tipiche.
La presenza di apposite prefatture pretranciate permetterà a tutta la gamma dei contenitori di poter accogliere operatori ?22mm con qualsiasi tipo di riferimento.

Caratteristiche generali

Contenitori
- Grado di protezione min IP66;
- Resistenza agli urti min IK 08;
- Glow wire test 650°C;
- Temperatura di utilizzo da -25 a +60°C;
- Protezione contro i contatti indiretti realizzata con doppio isolamento.

Pulsanti e selettori
- Grado di protezione minimo IP66 (montati nel contenitore);
- Resistenza agli urti minimo 100g (secondo la Norma MIL202B);
- Tensione nominale di isolamento 690V;
- Corrente nominale termica dei contatti Ith 10A;
- Categoria di utilizzo a 230V 3A in AC15, 0,27A in DC13;
- Vita elettrica min a 10A 230V 40000 manovre;
- Possibilità di utilizzo di flangia porta-contatti fino a 4 posti;
- Possibilità di scelta tra spie di colore verde, rosso, giallo, azzurro, nero, bianco;

- Temperatura di utilizzo da -25 a +60°C;
- Protezione contro i contatti indiretti realizzata con doppio isolamento.

Segnalatori luminosi
- Predisposti per l'alloggiamento di lampde a incandescenza o fluorescenti, attacco BA 9S;
- Grado di protezione minimo IP66 (montati nel contenitore);
- Resistenza agli urti minimo 100g (secondo la Norma MIL202B);
- Possibilità di scelta tra spie di colore verde, rosso, giallo, azzurro, bianco;
- Temperatura di utilizzo da -25 a +60°C;
- Protezione contro i contatti indiretti realizzata con doppio isolamento.

17.2.2. Sistemi di canalizzazione

17.2.2.1. Sistemi di tubi protettivi

Il sistema di tubazioni impiegato sarà completo di tutti i sistemi adatti alla realizzazione di condutture e vie cavi per posa a vista, sottotraccia, bordomacchina e interrata.

In particolare faranno parte della gamma le seguenti tipologie di tubazioni:
- tubazioni rigide adatte alla realizzazione di condutture a vista in ambiente civile, terziario, industriale;
- tubazioni corrugate pieghevoli adatte per realizzazione di distribuzione sottotraccia in ambienti civile/terziario;
- tubazioni flessibili (guaine spiralate) adatte alla realizzazione di condutture a vista e bordomacchina in ambiente civile, terziario, industriale;
- tubazioni per distribuzione interrata adatte alla realizzazione di condutture interrate (es. distribuzione di servizi comuni) per impianti elettrici e/o telecomunicazioni.

18.2.2.1.1 Cavidotti e pozzetti

Il sistema di tubazioni per distribuzione interrata, dovrà comprendere una serie di cavidotti e di pozzetti adatti a realizzare percorsi cavi per condutture interrate.
In particolare la gamma dovrà comprendere cavidotti pieghevoli a doppia parete ed una serie completa di pozzetti disponibili con coperchi ad alta resistenza.
La gamma comprenderà una serie di accessori di giunzione, raccordo e attestazione che renderanno più agevole semplice la posa dei cavidotti.

Caratteristiche specifiche
Cavidotto corrugato pieghevole doppia parete
- Conformità normativa:
  EN 61386-1 (CEI 23-39): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
  Parte 1: Prescrizioni generali
  EN 61386-24 (CEI 23-46)+V1: Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
  Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- Tubazione realizzata in polietilene ad alta e bassa densità, con sonda tiracavi in acciaio;
- resistenza alla compressione 450N;
- resistenza all'urto: 5kg a -5°C (ad h variabile a secondo del diametro);
- marchio IMQ;

- gamma minima di 10 diametri disponibili da 40mm a 200mm;
- la gamma dovrà comprendere i manicotti di giunzione per tutti i diametri dei cavidotti.

Pozzetti in termoplastico
- Gamma minima di 5 dimensioni disponibili: 200x200x200mm, 300x300x300mm, 400x400x400mm, 550x550x550mm; 360x260x320mm;
- pozzetti sovrapponibili, per raggiungere diverse profondità;
- fondo piatto sfondabile semplicemente con attrezzo;
- fori pretranciati sulle pareti laterali;
- coperchi disponibili nelle versioni ad alta resistenza (grigliato e chiuso) nei colori: grigio, azzurro, verde;
- disponibilità di setti separatori da montare all'interno del pozzetto.

17.2.3. Prese a spina e combinati IEC 309

La gamma di prodotti sarà composta da prese e spine mobili e fisse, da incasso e da parete, standard e compatte, di tipo interbloccato e non, per impieghi gravosi, con o senza fusibili, di tipo smontabile per uso industriale, conformi agli standard dimensionali e prestazionali unificati a livello internazionale (IEC 309) e recepiti dalla normativa europea (EN 60309) ed italiana (CEI 23-12). La gamma comprenderà anche una serie vasta e completa di involucri e basi modulari per il montaggio delle suddette prese. Sono anche disponibili quadri di prese a spina di tipo ASC e ASD forniti già cablati e certificati.

17.2.3.1. Spine e prese IEC309 mobili

Riferimenti normativi
CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1): Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici

Caratteristiche generali
La dotazione comprenderà una serie di spine e prese mobili a Norme IEC 309. La gamma dovrà comprendere oltre alle tradizionali spine e prese dritte, anche spine e prese nella versione a 90° che permetteranno di ridurre la sporgenza della spina inserita e le sollecitazioni meccaniche sul cavo. Saranno inoltre dotate di contatto supplementare pilota per la realizzazione dell'interblocco elettrico per le versioni di prese e spine con corrente nominale 63 e 125A.
Tale serie di prodotti dovrà inoltre comprendere anche prese e spine a cablaggio rapido di nuova concezione, che consentiranno la realizzazione del cablaggio delle stese senza l'utilizzo di viti e senza la necessità di preparazione del conduttore.

Caratteristiche elettriche
- Tensioni nominali: 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione;
- tensioni nominali: 24V, 42V (50/60Hz, 100?200Hz, 401?500Hz, c.c.) per le versioni a bassissima tensione;
- correnti nominali: 16, 32, 63, 125 A;
- N. poli: 2P+T, 3P+ T, 3P+N+ T per le versioni a bassa tensione;
- N. poli: 2P, 3P per le versioni a bassissima tensione.

Caratteristiche meccaniche

- Grado di protezione: da IP44 a IP67;
- resistenza agli urti: minimo IK08;
- Glow Wire Test: minimo 850°C (parti attive).

17.2.3.2. Spine e prese IEC309 fisse

Riferimenti normativi

CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1): Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici

Caratteristiche generali

La dotazione comprenderà una serie di spine e prese fisse a Norme IEC 309.
La gamma dovrà comprendere oltre alle tradizionali spine e prese dritte, anche spine e prese nella versione a 10° e a 90° che permetteranno di ridurre la sporgenza della spina inserita e le sollecitazioni meccaniche sul cavo. Saranno inoltre dotate di contatto supplementare pilota per la realizzazione dell'interblocco elettrico per le versioni di prese e spine con corrente nominale 63 e 125A.

Caratteristiche elettriche

- Tensioni nominali: 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione;
- tensioni nominali: 24V, 42V (50/60Hz, 100?200Hz, 401?500Hz, c.c.) per le versioni a bassissima tensione;
- correnti nominali: 16, 32, 63, 125 A;
- N. poli 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione;
- N. poli 2P, 3P per le versioni a bassissima tensione.

Caratteristiche meccaniche

- Grado di protezione: da IP44 a IP67;
- resistenza agli urti: minimo IK08;
- Glow Wire Test minimo: 850°C (parti attive).

17.2.3.3. Prese IEC309 interbloccate

Riferimenti normativi

CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1): Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
CEI EN 60947-3 (CEI 17-11): Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
CEI EN 61558-1 (CEI 96-3): Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e similari - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60269-1 (CEI 32-1, IEC 127): Fusibili a tensione non superiore a 1.000 V per corrente alternata e a 1.500 V per corrente continua - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60269-3 (CEI 32-5, IEC 127): Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua - Parte 3: Prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone non addestrate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari)

Caratteristiche generali
Tale gamma di prodotti sarà costituita da prese fisse di tipo industriale rispondenti allo standard IEC 309, con interblocco meccanico costituito da un interruttore che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. La gamma sarà comprensiva di modelli con interruttore rotativo o con interruttore rotativo e base portafusibili.
Tali prese dovranno poter essere tra loro combinabili tramite il montaggio su opportune basi modulari e cassette di fondo da parete o da incasso, oppure su quadri di distribuzione nei quali potranno prendere posto anche apparecchi modulari per guida EN 50022.
La gamma sarà completata da prese fisse con interruttore di blocco compatte a Norma IEC309, con azionamento dell'interruttore di blocco longitudinale che conferisce al prodotto elevata compattezza, per gli impieghi in cui è richiesto risparmio di spazio.

Caratteristiche elettriche
- Tensioni nominali 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione;
- tensioni nominali 24V (50/60Hz) per le versioni a bassissima tensione;
- le prese a 24V saranno dotate di trasformatore 230/24V con potenza minima di 160VA;
- correnti nominali: 16, 32, 63 A;
- N. poli: 2P+T, 3P+T, 3P+N+T per le versioni a bassa tensione;
- N. poli: 2P per le versioni a bassissima tensione.

Caratteristiche meccaniche
- Grado di protezione: da IP44 a IP55;
- resistenza agli urti: minimo IK08;
- Glow Wire Test: minimo 850°C (parti attive).

17.2.3.4. Prese IEC309 interbloccate per impieghi gravosi

Riferimenti normativi
CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1): Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
CEI EN 60947-3 (CEI 17-11): Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
CEI EN 61558-1 (CEI 96-3): Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e similari - Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Caratteristiche generali
La gamma di prodotti sarà costituita da prese di tipo industriale rispondenti allo standard IEC 309, con interblocco meccanico ad interruttore rotativo, con base portafusibili o con guida EN 50022, per applicazioni singole o in batteria su basi modulari.
La robustezza dei prodotti e la loro resistenza ai principali agenti chimici ed atmosferici, unitamente ad un elevato grado di protezione dovranno consentire la loro installazione in tutti i luoghi con condizioni ambientali particolarmente gravose (escluse zone in cui è previsto l'utilizzo di apparecchi marchiati ATEX, norma 94/9/CE).
Tali prese dovranno poter essere tra loro combinabili tramite il montaggio su opportune basi modulari, nelle quali potranno prendere posto anche apparecchi modulari per guida EN 50022.
Saranno anche disponibili prese con interblocco elettrico da 125 A con protezione magnetotermica o magnetotermica differenziale.

Caratteristiche elettriche
- Tensioni nominali: 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione;
- tensioni nominali: 24V (50/60Hz) per le versioni a bassissima tensione;
- le prese a 24V saranno dotate di trafo 230/24V con potenza min. 160VA;
- correnti nominali: 16, 32, 63, 125 A;
- N. poli: 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione;
- N. poli: 2P per le versioni a bassissima tensione.

Caratteristiche meccaniche
- Grado di protezione: IP66 (IP55 prese 125A);
- resistenza agli urti: minimo IK10;
- Glow Wire Test: minimo 850°C.

17.2.3.5. Quadri per prese industriali

Riferimenti normativi

CEI 23-49: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile

IEC 60670-1: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 1: General requirements

IEC 60670-22: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 22: Particular requirements for connecting boxes and enclosures

CEI 23-48: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali

Caratteristiche generali

Quadri vuoti, stagni, flangiati per l'installazione di prese fisse industriali, in tecnopolimero, con struttura costituita da due sezioni:
- una sezione superiore atta a ospitare apparecchi modulari per guida DIN EN50022 (da 4 a 18) con frontale munito di portella trasparente;
- una sezione inferiore, predisposta per ospitare prese industriali IEC 309 (da incasso, interbloccate verticali IP55, interbloccate orizzontali IP44).

Nella gamma saranno presenti varie versioni con parte inferiore liscia.
I quadri avranno le seguenti principali caratteristiche:
- grado di protezione: IP55;
- resistenza agli urti: IK09;
- Glow Wire Test: 650°C;
- classe di isolamento II.

Tramite opportuni accessori (calotte e coperchi) sarà anche possibile montare nei quadri: apparecchi modulari della serie civile ed operatori a diametro 22mm.
Laddove esiste, i componenti saranno muniti del marchio italiano di qualità (IMQ).

17.2.4. Apparecchi di illuminazione

17.2.4.1. Stradali

18.2.4.1.1 Armature stradali

Armature in doppio isolamento con ottica diffondente con grado di protezione generale IP23, vano cablaggio IP43 e vano lampada in versione stagna IP54 o aperta IP23, aventi le seguenti caratteristiche:
- corpo in Poliammide colorato grigio RAL 7035;
- parabola in alluminio 99,85 brillantato ed ossidato anodicamente;
- coppa in policarbonato trasparente stabilizzato ai raggi ultravioletti, o in metacrilato trasparente.
- Predisposto per funzionare con lampada a scarica di potenza massima 150W;

Il prodotto dovrà essere idoneo per installazioni con palo a frusta o testa palo per pali con diametro 42mm - 60mm. Il sistema di aggancio sarà realizzato in acciaio.

17.2.5. Terminali di distribuzione energia e servizi

Riferimenti normativi

Per quadri in versione vuota

CEI EN 62208 (CEI 17-87): Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione

Per quadri in versione cablata

CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1)+(A1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI 64-8/7: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari (con particolare attenzione alle varianti V3 e V4 alla CEI 64-8 del 2006)

Caratteristiche generali

- Involucri di dimensioni contenute in 3 diverse tipologie per installazione fissa ed una in versione trasportabile, per un ridotto impatto ambientale;
- scocca di rivestimento esterno in tecnopolimero non verniciato, con autoestinguenza di 650°C, elevata resistenza ai raggi UV e grado IK10 di resistenza agli urti (involucro);
- grado di protezione degli involucri vuoti IP56;
- colonnina in doppio isolamento, dotata di dispositivi guidacavi (per ovviare a strappi accidentali del cavo,tranne versione trasportabile) e di morsettiera di arrivo/partenza per cavi quadripolari per l'allacciamento elettrico alla rete di distribuzione;la versione trasportabile e' priva di morsettiera ma è dotata di 5mt di cavo H07RN-F e spina industriale 32A;
- centralini modulari ad elevata capacità interna da 16moduli din,dotati di portella trasparente con guarnizione di tenuta IP e con la possibilità di alloggiamento serrature a chiave;
- possibilità di installazione di prese interbloccate e non, con diversi gradi di protezione IP44, 55 e 67 grazie ai pannelli dedicati disponibili come accessori;
- sedi per l'alloggiamento dei tubi idrici ricavate nella parte superiore dei terminali;
- maniglia per la movimentazione ricavata nella parte superiore dei terminali;

Tra gli accessori sono disponibili:
- illuminazione diffusa sui 4 lati delle colonnine con alimentazione separata,sia ordinaria che in emergenza P 1h;
- rubinetti a sfera ½" lucchettabili;
- flange dedicate per il fissaggio delle colonnine su pontili galleggianti Ingemar e Martini;
- dispositivo a led di segnalazione guasto;
- morsettiere di alimentazione per cavi da 16 o 35mmq;

La gamma prevederà anche versioni vuote da cablare.
Nell'offerta saranno presenti versioni con sistema di gestione elettronico, aventi le seguenti caratteristiche:
- sistema di gestione elettronico prepagato per la contabilizzazione dei consumi di energia ed acqua con display ad alta visibilità e area di lettura chiavi trasponder, privo di pulsanti per un utilizzo semplificato;
- consolle per la programmazione trasponder fornito di software e cavi di collegamento a PC;
- basetta per il collegamento dei terminali per gestione centralizzata;
- scheda per PC e software per gestione centralizzata e prepagato.

17.2.6. Prodotti ATEX

La gamma sarà composta da prese interbloccate con o senza basi portafusibili, spine mobili per uso industriale, conformi agli standard dimensionali e prestazionali unificati a livello internazionale (IEC 309) e recepiti dalla normativa europea (EN 60309) ed italiana (CEI 23-12). Cassette di derivazione in metallo di varie dimensioni, apparecchiature in cassetta in metallo, pulsante di emergenza a fungo con ritenuta e pulsanti di marcia/arresto, interruttori di emergenza e di comando in cassetta di metallo conformi agli standard della normativa europea (EN 60947-3) ed italiana (CEI 17-11).
Proiettori e riflettori per lampade a scarica con componenti non scintillanti.
La gamma dei prodotti sarà conforme alla direttiva 94/9 CE conosciuta come direttiva ATEX, Zone 2(G) per i gas e Zone 22(D) per le polveri.

17.2.6.1. Prese verticali fisse interbloccate

Riferimenti normativi

94/9/CE Direttiva ATEX : Apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.
CEI EN 60079-0: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 0: Regole generali
CEI EN 60079-15: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 15: Modo di protezione ""n""
CEI EN 61241-0: Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 0: General requirements
CEI EN 61241-1: Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili Parte 1: Protezione mediante custodie ""tD""
CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1): Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/2): Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
CEI EN 60947-3 (CEI 17-11): Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
CEI EN 61558-1 (CEI 96-3): Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e similari - Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Caratteristiche generali

La gamma di prodotti sarà costituita da prese di tipo industriale rispondenti allo standard IEC 309 e conformi alla Direttiva ATEX, con interblocco meccanico ad interruttore rotativo, con base portafusibili su guida EN 50022, per applicazioni singole o in batteria su basi modulari e pressacavo per ingresso cavi in dotazione.

Le caratteristiche dei prodotti consentono l' installazione in tutti i luoghi classificati dalla Direttiva ATEX come Zone 2 (G), luogo dove la presenza di un atmosfera esplosiva dovuta ai gas è poco frequente e comunque per brevi periodi; Zona 22 (D), luogo dove un' atmosfera esplosiva sottoforma di polvere combustibile nell' aria non ha probabilità d' essere presente occasionalmente durante il normale funzionamento, ma se ciò avvenisse, essa persiste per un breve periodo di tempo.

Caratteristiche elettriche
- Tensioni nominali: 230V, 400V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione;
- correnti nominali: 16A, 32A, 63A;
- N. poli: 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione.

Caratteristiche meccaniche
- Resistenza meccanica agli urti: elevata
- Glow Wire Test: minimo 850°C (parti attive).

Classificazione ATEX
- Zona 2 (G) : Ex nR T6
- Zona 22 (D) : Ex tD A22 IP66 T85°C